

Kevytpäällysteisten tienrakenteiden projekti, havaintotieaineiston kokoaminen ja analysointi



Tielaitoksen
selvityksiä
51/2000

Helsinki 2000

Tiehallinto

Tielaitoksen selvityksiä
51/2000

Harri Spoof, Sami Petäjä

**Kevytpäällysteisten tienrakenteiden projekti,
havaintotieaineiston kokoaminen ja analysointi**

Tielaitos
TIEHALLINTO

Helsinki 2000

ISSN 0788-3722
ISBN 951-726-694-4
TIEL 3200637

Oy Edita Ab
Helsinki 2000

Julkaisua myy
Tielaitos, julkaisumyynti
Faksi 0204 44 2652
julkaisumyynti@tielaitos.fi
www.tielaitos.fi/julk2.htm



Tielaitos
TIEHALLINTO
Tie- ja liikennetekniikka
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puh.vaihde 0204 44 150

Asiasanat : päällysteet, tierakenne, kestoikä, malli, laatu, tasaisuus, koetie
Aiheluokka: 32, 33

TIIVISTELMÄ

Kevytpäällysteisten teiden vaurioitumismallien ja mitoitusmenetelmien kehittäminen –projektin tämän osavaiheen tavoitteena oli kerätä otostietaineisto kevyt- ja ohutpäällysteisten teiden kunnon muuttumisen mallintamiseksi ja analysoida kerätty aineisto. Aineistona käytettiin Tielaitoksen kuntotietorekisteristä valittua otosta. Otosta täydennettiin PTM-mittauksilla (palvelutasomittauksilla), kohteiden videokuvauksella ja maaperäkartoilla. Lisämuuttujien keräämisen tavoitteena oli parantaa kunnon ennustemallien laatua ja käyttökelpoisuutta.

Otoksen valintaa rajoitti maaperäkarttojen saatavuus. Etelä-Suomen alueelta on maaperäkarttoja saatavissa hyvin. Sen sijaan Pohjois-Suomen alueelta niitä on saatavissa huonosti. Otokseen valittiin tiet Porin, Kokkolan ja Kuusamon alueilta. PTM-mittauksen yhteydessä kohteet video kuvattiin luiskan kaltevuuden ja kuivatuksen toimivuuden määrittämiseksi. Videokuvaus ei ole vielä riittävän tarkka menetelmä luiskan kaltevuuden ja kuivatusolosuhteiden. Kuntorekisteriaineistossa pudotuspainolaitemittaukset on tehty keskimäärin 500 m välein. Tiheys ei ole riittävä luotettavien kunnon ennustemallien tekemiseksi ja hypoteesien verifiointiseksi.

Tarkasteltaessa yhtä kuntomuuttujaa ja selittävää muuttujaa kerrallaan, ei ole havaittavissa voimakasta riippuvuutta kuntomuuttujien ja selittävien muuttujien välillä. PAB-teillä SCI450 (pudotuspainolaitteella mitattujen taipumien d0 ja d450 erotus) ja päällysteen leveys selittävät parhaiten IRI:n, harjanteen korkeuden ja poikittaisen epätasaisuuden muutosta. Epätasainen routanousu aiheuttaa tien tasaisuuden muuttumista. Analysoinnissa ei löydetty yhteyttä routanousua selittävien muuttujien ja tien kunnon muuttumisen välillä. Tässä aineistossa on kuitenkin liian vähän taipumamittauksia hypoteesien testaamiseksi luotettavasti.

PAB-teillä pituushalkeamien ja vauriosumman kasvunopeutta ei pystytty selittämään tällä aineistolla. Kaikkien selittäjäkombinaatioiden selityssasteet olivat pienet.

AB-teillä ei löydetty selviä yhteyksiä käytettyjen x-muuttujien ja selitettävien muuttujien välillä tällä aineistolla. AB-teiden aineisto on puolet pienempi kuin PAB-teiden aineisto tässä tutkimuksessa.

Osavaiheessa IV on käytössä paljon kattavampi aineisto kuin tässä raportissa esitetty ja analysoitu aineisto. Tämän osavaiheen perusteella voidaan olettaa, että PAB-teille on kehitettävissä käyttökelpoiset kunnon ennustemallit osavaiheessa IV. Sen sijaan AB-teillä tilanne on epävarmempi. AB-teillä tilannetta vaikeuttaa vuosittaisen kunnon muuttumisen ja mittauksien välinen epäedullinen vuorosuhde. Kunnon vuosittainen muutos voi olla pienempi kuin käytettävä mittauksien välinen muutos.

Keywords : secondary road, structure, pavement performance models, condition indicators, unevenness, test sections

ABSTRACT

This report is the second part of project "Development of pavement performance models and design methods for secondary roads with thin overlays" and includes the findings of the first step of the data analysis and development of pavement performance models. The models are developed for use in the Pavement Management Systems of Finnra, which are called HIPS (Highway Investment Programming System) and PMSpro (Pavement Management System).

Because no long term pavement performance test section data were currently available from this type of road network, the first objective of this task was to select a sample of test sections from the existing road network. Test sections were selected based on experimental design with variations in climatical location, subgrade properties, traffic levels, overlay type and pavement age. Only network level information from the national condition database (KURRE) were available for the test sections. This data is not collected for use in data modelling and included therefore limitations such as deflection measurements done with 500 m spacing and no information about the road structure (layer thickness or materials) available. In addition to the existing data an extra set of high speed surface condition measurement data (PTM-measurements) and a video recording of the sections were done in year 1999. Slope inclination and drainage properties of the structure were estimated from the video. This method anyway showed not to be very reliable for such judgements.

The main objective of this task was to analyse the data from the test sections to find correlation between explanatory variables and performance indicators. The considered performance indicators were longitudinal unevenness (IRI), transverse unevenness (ridge height between wheel paths) and cracking. The study was done separately for soft asphalt concrete (PAB) and asphalt concrete (AB) sections. In general the correlation between the performance indicators and the explanatory variables were very low. In the analysis of longitudinal- and transverse unevenness some relationship could be found with Surface Curvature Index (SCI450) and pavement surface width on soft asphalt concrete roads. No correlation with cracking could be found in the analysis for soft asphalt concrete roads and correlation could not be found at all for any performance indicator on asphalt concrete roads.

In the second face of analysis in the project more reliable and exact data will be available. FWD measurements will be done with shorter spacing interval, information from Ground Penetrating Radar measurements will be used for estimation of layer thickness of the road structures and furthermore a visual inspection of the surface condition will be done. All this additional information is expected to increase the quality of the data for the final analysis stage.

ALKUSANAT

Tielaitoksen johtoryhmä päätti käynnistää *Kevytpäällysteisten teiden vaurioitumismallien ja mitoitusmenetelmien kehittäminen*- projektin kesällä 1999. Projekti toteutetaan yhteistyössä VTT:n Yhdyskuntatekniikan ja Oulun Yliopiston kanssa Tielaitoksen ohjauksessa. Tutkimuksen tässä osavaiheessa (Osavaihe II) tarkastellaan otostieaineiston perusteella kunnan kehittymistä selittäviä muuttujia. Analysoinnin lähtökohtana on perusteosavaiheen hypoteesit. Osavaiheen II päävastuu on VTT:n Yhdyskuntatekniikalla.

Seuraavat henkilöt ovat osallistuneet projektin ohjausryhmän kokouksiin:

Aarno Valkeisenmäki	TIEL (tuotanto/konsultointi), puheenjohtaja
Panu Tolla	TIEL (tuotanto/konsultointi)
Pertti Virtala	TIEL (Hti)
Ismo Iso-Heiniemi	TIEL (Hti)
Tuomas Toivonen	TIEL (Hos)
Kari Lehtonen	TIEL (Hti)
Tuomo Kallionpää	TIEL (Hti)
Esko Ehrola	OY, koordinaattori
Jouko Belt	OY
Lauri Liimatta	OY
Laura Apilo	VTT-YKI, koordinaattori, sihteeri
Jouko Törnqvist	VTT-YKI
Sami Petäjä	VTT-YKI
Harri Spoof	VTT-YKI, osavaihe II vastuuhenkilö

VTT Yhdyskuntatekniikassa tutkimuksen tekemiseen ja raportin laatimiseen ovat osallistuneet Harri Spoof, Sami Petäjä, Jouko Törnqvist, Heikki Kangas ja Heikki Onninen. Lisäksi projektiryhmään ovat Oulun yliopiston puolelta osallistuneet Jouko Belt ja Lauri Liimatta.

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	9
2	NYKYISET PMS:N KUNNON ENNUSTEMALLIT	11
3	VAURIOITUMISMEKANISMIT	13
3.1	Roudan aiheuttamat halkeamat	13
3.2	Pituussuuntainen epätasaisuus	14
3.3	Poikkisuuntainen epätasaisuus	14
4	OTOKSEN VALINTA	16
4.1	Muuttujat	16
4.2	Kohteiden valinta	17
4.2.1	Kohteiden valinta, vaihe 1	17
4.2.2	Kohteiden valinta, vaihe 2	18
5	KUNTOTIETOAINEISTON TÄYDENTÄMINEN	20
5.1	Pituus- ja poikkisuuntainen tasaisuus ja ura	20
5.2	Pohjamaan maalaji	21
5.2.1	GTK:n maaperäkartat	21
5.3	Tien kuivatus	24
5.3.1	Kuivatuksen merkitys	24
5.3.2	Kuivatuksen toimivuuden arviointi PTM-kuvasta	24
5.3.3	Arvioinnin luotettavuus	25
5.4	Luiskan kaltevuus	25
5.4.1	Luiskan vaikutus kevytpäällysterakenteissa	25
5.4.2	Luiskan kaltevuuden arviointi PTM-kuvasta	26
5.5	Tietopankki	26
6	AINEISTON ANALYSOINTIVAIHEET	28
6.1	Analysointivaiheet	28
7	AINEISTON ANALYSOINTI, PAB-TIET	29
7.1	Yhden muuttujan tarkastelut	29
7.1.1	Kunnon kehittymisen kasvunopeudet	29
7.1.2	Liikennekuormitus	31
7.1.3	Tien rakenne ja ilmasto	31
7.1.4	Taipumamittaukset	33
7.2	Kahden muuttujan tarkastelut	33
7.2.1	IRI, Pituussuuntainen epätasaisuus	34
7.2.2	Harjanne	38
7.2.3	Poikittainen epätasaisuus	42
7.2.4	Pituussuuntaiset halkeamat	46
7.2.5	Vauriosumma	50
7.3	PAB-teiden vaurioitumismallit	55

8	AINEISTON ANALYSOINTI, AB-TIET	59
8.1	Yhden muuttujan tarkastelut	59
8.1.1	Kunnon kehittymisen kasvunopeudet	59
8.1.2	Liikennekuormitus	61
8.1.3	Tien rakenne ja ilmasto	61
8.1.4	Taipumamittaukset	63
8.2	Kahden muuttujan tarkastelut	63
8.2.1	IRI, Pituussuuntainen epätasaisuus	64
8.2.2	Poikittainen epätasaisuus	71
8.2.3	Pituussuuntaiset halkeamat	75
8.2.4	Vauriosumma	79
8.3	AB-teiden vaurioitumismallit	83
9	YHTEENVETO	88
10	KIRJALLISUUS	90
11	LIITTEET	91

1 JOHDANTO

Kevytpäällysteiset tiet ovat tyypillisesti poikkileikkaukseltaan kapeita ja usein myös tien luiskat ovat jyrkkiä, minkä vuoksi liikennekuormituksen aiheuttamat rasitukset ovat suuria lähellä tien reunaa. Lisäksi sitomattomat päällysrakennekerrokset ovat suhteellisen ohuita, mikä myös lisää liikennekuormituksen aiheuttamia rasituksia. Tämän projektin yhteydessä kevytpäällysteisillä teillä tarkoitetaan ohutpäällysteisiä AB-teitä (paksuus luokkaa 40 ... 80 mm) sekä ÖS-, KAB- ja PAB-päällysteisiä teitä. Sellaiset ohutpäällysteiset tiet, joissa on kulutuskerroksen alapuolisia bitumilla tai sementillä sidottuja kerroksia jäävät tämän tarkastelun ulkopuolelle.

Kevytpäällysteisten tierakenteiden mitoittamisen lähtökohtana on hyvin pitkälle käytetty paksuille AB-päällysteisille teille kehitettyjä menetelmiä, missä rakenteen kuormituskestävyys määräytyy periaatteessa päällysteen väsymisen tai alusrakenteen deformaation aiheutuvan tien pinnan urautumisen perusteella. Kevytpäällysteisten teiden kuormituskäyttäytyminen poikkeaa kuitenkin paksupäällysteisten AB-teiden käyttäytymisestä. Kun sidottu päällystekerros on ohut ja joustava, raskas liikennekuormitus aiheuttaa sitomattomiin rakennekerrokseen suuria rasituksia, jotka aiheuttavat merkittäviä pysyviä muodonmuutoksia alusrakenteen lisäksi päällysrakennekerrokseen. Teiden kapeus lisää myös pysyviä muodonmuutoksia.

Ohutpäällysteisten teiden käyttäytymisen selvittämiseksi on vuoden 1999 aikana käynnistetty laaja *Kevytpäällysteisten teiden vaurioitumismallien ja mitoitusmenetelmien kehittäminen*- projekti, jonka osapuolina ovat Tielaitos, Oulun yliopiston Tie- ja liikennetekniikan laboratorio, ja VTT Yhdyskuntatekniikka.

Tutkimuksen tavoitteina ovat kevytpäällysteisten teiden kuormituskäyttäytymisen selvittäminen ja kestoikämallien laatiminen Tielaitoksen tienpidon ohjaus- ja ylläpitojärjestelmiin (HIPS ja PMS) sekä Tielaitoksen mitoitusmenettelyn kehittämisen tukeminen. Kehitettävät kevytpäällysteisten teiden mitoitusmenetelmät pyritään sovittamaan TPPT-suunnittelujärjestelmään. Tutkimus toteutetaan vaiheittain seuraavasti

- | | |
|-----|--|
| I | Perusteosa |
| II | Olemassa olevan havaintoaineiston kokoaminen, analysointi ja täydentäminen |
| III | Lähtöaineiston täydentäminen |
| IV | Kestoikämallien kehittäminen |
| V | Mitoitusmenettelyn kehittäminen |

Tässä raportissa käsitellään tutkimuksen osavaihetta II, jossa tarkastellaan otostieaineiston perusteella kevytpäällysteisten teiden kunnon kehittymistä selittäviä muuttujia. Otostieaineisto on valikoitu Tielaitoksen kuntotietorekisteristä käyttämällä tilastollista koesuunnittelua. Kuntotietoaineistoa ei ole alunperin kerätty tutkimustarkoituksiin vaan Tielaitoksen toiminnan suunnitteluun ja ohjaukseen. Lähtöaineistoa täydennettiin PTM-mittauksilla, videokuvauksella ja maaperäkartoilla.

Analysoinnin lähtökohtana on perusteosavaiheen hypoteesit. Selitettävänä muuttujina ovat IRI, harjanteen korkeus, poikkisuuntainen epätasaisuus, pituushalkeamat ja vauriosumma.

2 NYKYISET PMS:N KUNNON ENNUSTEMALLIT

PMS91:ssä käytössä olevat rappeutumismallit otettiin käyttöön vuonna 1992 "Päällystetyn tien kuntoennusteet" -projektin tuloksena. Kokemukset mallien toimivuudesta ovat osoittaneet, että ne kaipaavat perusteellista tarkistamista.

Pertti Virtalan raportissa "Tiestötietojen laatu" (1997) on tarkasteltu mallien toimivuutta eri tilanteissa. Raportin mukaan mallit eivät toimi tyydyttävästi vaan tuottavat liian nopeaa tai hidasta vaurioitumista eri tilanteissa. Tasaisuusmalli ennustaa liian nopeaa muutosta ylempiluokkaisilla teillä ja liian hidasta alempilukokkaisilla teillä. Uramalli ennustaa liian nopeaa muutosta vilkasliikenteisillä teillä. Vauriomalli toimii huonoiten vilkasliikenteisillä teillä, missä vaurioitumisennusteet ovat liian nopeita.

Rappeutumismalleja on viimeksi tarkistettu vuonna 1999 raportissa "Kurren ja PMS:n mallien tarkistus". Uudet mallit kehitettiin otettavaksi käyttöön uuden kurren ja PMS:n kanssa. [Kurren ja PMS:n mallien tarkistus]

Projektin tuloksena suositeltiin otettavaksi käyttöön seuraavat mallit :

TASAIUUUMALLIT

Kestopäällysteet : $dIRI = 0,016 + 0,0524 \cdot IRI(t)$

Kevytpäällysteet : $dIRI = 0,036 + 0,0560 \cdot IRI(t)$

Missä dIRI on tasaisuuden muutos vuodessa ja IRI(t) on IRI vuonna t. Mallien todellinen selitysaste on kestopäällysteillä 2,8 prosenttia ja kevytpäällysteillä 5,4 prosenttia. Sallittu mallien soveltamisalue on IRI-arvojen 1,0 ja 5,6 välillä.

Tasaisuusmallien estimointia häiritsee vahvasti mittaustarokkuuden ja tasaisuuden välinen epäedullinen vuorosuhde. Tasaisuuden vuotuinen muutos on samaa suuruusluokkaa tai jopa pienempi kuin mittaustarokkuus. Aineistosta on vaikea löytää luotettavaa ja selitysasteeltaan voimakasta riippuvuutta tarkasteltaessa vuosipareja. [Kurren ja PMS:n mallien tarkistus]

URAMALLIT

Myös uramallien estimointia häiritsee vahvasti mittaustarokkuuden ja uran kehityksen välinen epäedullinen suhde tarkasteltaessa vuosipareja. Aineistosta karsittiin yli 2 mm parantuneet ja yli 5 mm vuodessa heikentyneet tiet. Karsinnan jäljelle jäi 78 prosentti alkuperäisestä aineistosta.

Uramallin osat ovat :

1. ekstrapolointimalli, joka kuvaa uran kehitystä lineaarisesti lähtien 2 mm alku-urasta ja kulkien viimeisimmän mittauksen kautta
2. oletusmalli, kun mittaustietoa ei ole
3. maksimi- ja minimikorjaukset

Oletusmalli : $dURA = -3,34 + 0,57 \cdot \log(KVL)$

Missä $dURA$ on urasyvyyden muutos vuodessa, KVL on keskimääräinen vuorokausiliikenne ja \log on luonnollinen logaritmi.

Mallin selitysaste on 6,1 prosenttia. Sallittu sovellusalue on urasyvyydelle -5 mm - + 20 mm ja KVL on yli 350. [Kurren ja PMS:n mallien tarkistus]

VAURIOMALLIT

Myös vauriomallien estimointia häiritsee vahvasti mittaustarkkuuden ja vaurioitumisen välinen epäedullinen suhde. Mittausten toleranssi on luokkaa ± 30 prosenttia, mikä esimerkiksi vauriosumman tasolla $80 \text{ m}^2 / 100 \text{ m}$ on todennäköisesti suurempi kuin vuotuinen vauriosumman kasvu.

Vauriomaalin osat ovat samat kuin uramallilla :

1. ekstrapolointimalli, joka kuvaa vauriosumman kehitystä
2. oletusmalli, kun mittaustietoa ei ole
3. maksimi- ja minimikorjaukset

Vaurioiden kehitystä mittaustiedon perusteella estimoitiin kahdella erilaisella ekstrapolointimallilla : potenssifunktiolla ja lineaarisella funktiolla. Aineistosta tutkittiin mallien hyvyttä suhteellisen virheen avulla KVL -luokittain. Tuloksena saatiin, että lineaarisen funktion suhteellinen virhe oli huomattavasti pienempi.

Oletusmalleiksi saatiin :

Kestopäällysteet vuosimuutos $2 \text{ m}^2 / 100 \text{ m}$

Kevytpäällysteet vuosimuutos $6 \text{ m}^2 / 100 \text{ m}$

Mallien selitysaste ei juurikaan parantunut, kun selittäjinä käytettiin epätaisaisuutta, kantavuutta ja kantavuusastetta. [Kurren ja PMS:n mallien tarkistus]

3 VAURIOITUMISMEKANISMIT

Tutkimusprojektin ensimmäisen osavaiheen tehtävänä oli kehittää vaurioitumishypoteesit kevytpäällysteisille teille. Osavaiheen I tulokset on esitetty raportissa "Kevytpäällysteiden vauriomallien ja mitoitusmenetelmien kehittämisen perusteet". Kevytpäällysteisten teiden vaurioitumisen kannalta kriittisimpiä ja siten mitoitusmenettelyn kehittämisen lähtökohdaksi otettavia tekijöitä ovat roudan aiheuttamat halkeilut sekä tien pituus- ja poikkisuuntainen epätasaisuus.

3.1 Roudan aiheuttamat halkeamat

Roudan aiheuttamat halkeamat ovat pääosin pituussuuntaisia halkeamia. Pituushalkeamat johtuvat epätasaisesta routanoususta tien poikkisuunnassa, jolloin päällysrakenteen yläosaan syntyy vetorasituksia. Pituushalkeamien mitoittamisessa tarkastellaan laskennallisten routanousujen ja tien leveyden mukaista pituushalkeamariskiä.

Ajokaistahalkeamia esiintyy tyypillisesti tiekohdissa, missä rakenne sisältää jonkinlaisen epäjatkuvuuskohdan, jossa routivuuserot ovat paikallisesti huomattavia. Tierakenteen epäjatkuvuuskohtana voi olla jokin rakenteen osa, kuten rumpu, salaoja, putkijohto tai päällysrakennepaksuuden muutos, jotka hyvin usein sisältävät routanousueroja tasoittavan siirtymäkiilarakenteen. Epäjatkuvuuskohdan voi aiheuttaa myös alusrakenteen materiaalin huomattava muuttuminen tai tien leveneminen.

Pituushalkeamia esiintyy tyypillisesti joko tien keskiosassa tai reunaosissa olevina halkeamina ja niiden sijainti riippuu tien leveydestä. Kun tie on leveydeltään luokkaa 7 – 9 m, pituushalkeama sijaitsee todennäköisemmin tien keskellä. Reunahalkeamat ovat tien keskiosiin muodostuvia halkeamia yleisempiä kapeilla teillä (5 – 6 m). Toisaalta reunahalkeamat ovat yleisiä hyvin leveillä teillä (11 – 12 m). [Routavaurio- ja kuivatustutkimus, Pituushalkeamat osa II, 1991]

Selvimpänä edellytyksenä pituushalkeamien muodostumiselle on riittävä routanousuero tien keski- ja reunaosien välillä. Pituushalkeamien syntymiselle kriittisenä arvona pidetään 1,5 – 2,0 % kulmamuutosta routanousun korkeudessa poikkileikkauksen keski- ja reunaosien välillä. Pelkästä suuresta maksimiroutanoususta ei siis välttämättä aiheudu pituushalkeamia, kun routanousu tapahtuu tasaisesti koko poikkileikkauksen leveydellä. [Osavaihe I]

3.2 Pituussuuntainen epätasaisuus

Pituussuuntainen epätasaisuus johtuu kevytpäällysteisillä teillä pääasiassa routanousujen epätasaisuudesta ja/tai alusrakenteen painumisesta. Toissijaisena syynä on liikennekuormitus. Keväällä, rakenteen sulaessa, routa-epätasaisuudet aiheuttavat dynaamisia kuormituslisiä, jolloin sulavaan päällysrakenteeseen syntyy helposti pysyviä muodonmuutoksia. Pituussuuntaista epätasaisuutta esiintyy usein myös alusrakenteen ollessa heikko (turve, savi) tai alusrakenteen materiaalin laadun vaihdellessa voimakkaasti, jolloin ajan myötä syntyy painumia. [Osavaihe I]

Oulun Yliopiston Kestoikä tutkimuksen [Kestoikä tutkimus] koealueilla PAB-O-päällysteisillä teillä pituussuuntaiset epätasaisuudet ovat lisääntyneet 10 vuoden aikana sitä enemmän mitä suuremmat routanousut ovat. Routanousujen ollessa vähäisiä IRI-arvot eivät ole juurikaan lisääntyneet. Pituussuuntaista epätasaisuutta on myös alusrakenteen vaihtumiskohdissa, vaikkei esiintyisikään suuria routanousuja. Raskaan liikenteen määrä ja mahdollisesti myös päällysrakenteen yläosan ominaisuudet vaikuttavat pituussuuntaisen epätasaisuuden lisääntymiseen. Kevytpäällysteisellä tierakenteella sitomattoman kantavan kerroksen ominaisuuksilla on myös merkitystä, jos kantavan kerroksen materiaali on esim. herkkä vedelle. [Osavaihe I]

3.3 Poikkisuuntainen epätasaisuus

Poikkisuuntainen epätasaisuuden lisääntymisen perussyynä on liikennekuormitus. Toissijaisina syinä ovat routanousujen epätasaisuus ja hitaasti tapahtuva pohjamaan viruminen. Poikkisuuntainen epätasaisuus ilmenee ajolinjojen kohdalle syntyvänä urautumisena ja sitä kuvaa hyvin ajourien välisen harjanteen korkeus. [Osavaihe I]

Sidotun päällystekerroksen pysyvät muodonmuutokset (tiivistyminen, deformaatio, kuluminen) eivät ole kevytpäällysteisten teiden kokonaisuurtumisen kannalta kovinkaan merkityksellistä, koska päällyste on ohut ja liikenne suhteellisen vähäistä. Hyvin huomattava osa kevytpäällysteisten teiden poikkisuuntaisesta epätasaisuudesta on seurausta heikkolaatuisissa tai epähomogeenisissa sitomattomissa rakennekerroksissa ja alusrakenteessa tapahtuvista pysyvistä muodonmuutoksista. [Osavaihe I]

Liikenteen kuormittaessa tierakennetta materiaali pyrkii siirtymään ajourien kohdalla alaspäin samalla syrjäyttäen vieressä olevaa materiaalia sivulle. Syrjäytyvä materiaali liikkuu sivulle ja ylöspäin pienintä vastusta kohden. Tienreunan puoleinen osa materiaalista pyrkii nousemaan myös ylöspäin. Vaakasuuntaisten pysyvien muodonmuutosten seurauksena tie levenee. Urautuminen on puolestaan seurausta ajourien kohdalla tapahtuvasta painumisesta sekä ajourien välissä tapahtuvasta materiaalien kohoamisesta. Tien levenemisen ja urautumisen välillä on selvä yhteys. Molemmat vaurioitumismekanismit liittyvät tierakenteen pysyviin muodonmuutoksiin. Mitä

helpommin materiaali siirtyy vaakasuunnassa sitä nopeampaa on tien urautuminen. [Osavaihe I]

Poikkisuuntaista epätasaisuutta on yleisesti kuvattu PTM-autolla määritetyllä ulkouran syvyydellä. Kevytpäällysteisille teille on tyypillistä, että päällystetty piennar on kapea tai sitä ei ole lainkaan, minkä vuoksi liikennekuormitus välittyy rakenteeseen lähellä tien reunaa aiheuttaen reunaosassa painumista. Tällöin urautuminen ei ilmene kokonaisuudessaan ulkouran syvyydessä. PTM-autolla määritetyt ulkouran syvyydet ovatkin usein negatiivisia. Ajolinjojen vaihtelusta ja tien poikkileikkauksen kuperuudesta johtuen ulkouran syvyys on kapeilla teillä osoittautunut epäluotettavaksi poikkisuuntaisen epätasaisuuden kuvaajaksi. Ajourien välisen harjanteen korkeus on kapeilla teillä selvästi parempi poikkisuuntaisen epätasaisuuden tunnusluku kuin ulkouran syvyys. Kun poikkisuuntaisen epätasaisuuden arvioimiseksi määritetään suurin kaistalla oleva harjanteen korkeus vakioleveydellä (esim. ajourien välinen leveys 2,2 m), ei tien reunan painumisesta aiheudu vääristymää mittaustuloksiin. Tällä tavalla määritetty harjanteen korkeuden arvo on käytännössä aina positiivinen, minkä vuoksi mittaustulokset ovat keskenään vertailukelpoisia, huolimatta siitä, onko kaistalla selvä ulkoura tai ei. [Osavaihe I]

4 OTOKSEN VALINTA

Tien rakenteellisen kunnon muuttumisen ennustamista ja kestoiän mallintamista varten tarvitaan havaintotieaineisto. Tällä tarkoitetaan tieverkolta valittuja, noin 100 – 300 metriä pitkiä tieosuuksia, joiden kunnon kehittymistä seurataan useamman vuoden ajan. Havaintoaineistoja on kerätty useammassa tutkimuksessa erilaisin tavoittein. Yleensä havaintoaineistot on kerätty kestopäällysteverkolta. Näiden aineistojen puutteena on pieni kevytpäällysteisten kohteiden määrä, jonka takia tätä tutkimusta varten valitaan otos Tielaitoksen kuntotietoaaineistosta.

4.1 Muuttujat

Määritettäessä otosta Tielaitoksen kuntotietorekisteristä on tiedettävä, mitkä muuttujat selittävät tien kunnon muuttumista ja mitkä ovat selittävät muuttujat. Osavaiheessa I on luotu hypoteesit, jotka kuvaavat kevytpäällysteisten teiden vaurioitumismekanismia. Otokseen valittavilta kohteilta on oltava mahdollisimman kattavasti rekisterissä kohteen yleistiedot ja kuntotietohistoria.

Kohteiden valinnassa käytetyt muuttujat ovat :

- Päällystetyyppi
- Tien, päällysteen ja pientareen leveys
- Luiskan kaltevuus
- Liikennemäärä KVL, KVL_{rask} ja KKL
- Kuivatusolosuhteet
- Pohjamaan tyyppi
- Ilmasto; pakkasmäärä
- Taipumat pudotuspainolaitemittauksesta
- Viimeisimmän päällystekerroksen ikä

Käytössä oleva kuntotietoaaineisto ei sisällä tietoa päällysteen ja rakennekerrosten paksuudesta, luiskan kaltevuudesta, kuivatusolosuhteista eikä pohjamaasta. Nämä tiedot on hankittava lisämittauksin.

Selitettävänä kuntomuuttujina on hypoteesien mukaan :

- Harjanteen korkeus ajourien välissä
- Pituussuuntaiset halkeamat
- Pituussuuntainen epätasaisuus, IRI

4.2 Kohteiden valinta

4.2.1 Kohteiden valinta, vaihe 1

Kohteiden esivalinnassa pyrittiin mahdollisimman kattavaan otokseen ilmastollisesti (pakkasmäärä), geologisesti/geoteknisesti (pohjamaa) ja tien ominaisuuksien osalta (tien leveys, päällystetyyppi, päällysteen ikä, liikennemäärä).

Kohteiden valitsemiseksi kuntotietoaineistosta luotiin koesuunnittelumatriisi. Tavoitteena oli täyttää matriisi mahdollisimman laajasti ja niin, että kohteiden lukumäärä olisi mahdollisimman tasainen matriisin eri osissa.

Kohteet valittiin ilmastoalueen ja päällystetyypin mukaan taulukon 1 mukaisesti. Pohjois-Suomesta tutkimukseen ei otettu mukaan AB-päällysteitä, koska niiden osuus on pieni päällystetystä tieverkosta. Yhteensä valittiin noin 600 tiekilometriä eli 6000 kappaletta 100 m osuutta.

Taulukko 1. Kohteiden alustava jakaantuminen .

ILMASTO-ALUE	PÄÄLLYSTE-TYYPPI	KOhteiden PITUUS (km)	TIEMESTARIPIIRIT
Etelä	AB	90	Pori, Rauma
Etelä	PAB	170	Pori, Rauma
Väli-Suomi	AB	70	Kokkola, Veteli
Väli-Suomi	PAB	140	Kokkola, Veteli
Pohjoinen	PAB	140	Kuusamo, Posio

Liitteessä 1 on esitetty valitut tiet ja tieosat tiepiireittäin. Tälle aineistolle tehtiin syys-lokakuussa 1999 PTM-autolla tasaisuusmittaus ja videokuvaukset. Näitä mittauksia on käsitelty tarkemmin luvussa 5.

Alustavan koesuunnittelumatriisin rajat on esitetty PAB-teille taulukossa 2 ja AB-teille taulukossa 3.

Taulukko 2. Aineiston ryhmittely PAB-teillä.

	Matala	Keskinkert.	Korkea
KVL	Alle 580	580 – 1150	Yli 1150
Päällysteen leveys	Alle 5,5 m	5,5 – 6,7	Yli 6,7 m
Päällysteen ikä	Alle 6 v	6 – 11 v	Yli 11 v

Taulukko 3. Aineiston ryhmittely AB-teillä.

	Matala	Keskinkert.	Korkea
KVL	Alle 750	750 - 1500	Yli 1500
Päällysteen leveys	Alle 7 m	7 - 8	Yli 8 m
Päällysteen ikä	Alle 5 v	5 - 9 v	Yli 9 v

4.2.2 Kohteiden valinta, vaihe 2

Vaiheessa 1 tutkimusaineisto oli noin 600 km. Tämä aineisto lajiteltiin tutkimuksen vaiheessa 2 siten, että jokaisella kohteella (100 m tietue) pitäisi olla tieto pohjamaasta, luiskan kaltevuudesta, liikennemäärästä ja vaurioitumisesta. Näillä kriteereillä aineistosta valikoitui kohteita noin 150 km. Lu-
vussa 5 on esitetty kuntotietoaineiston täydentäminen pohjamaan tyyppin, luiskan kaltevuuden ja kuivatuksen osalta.

Taulukossa 4 on esitetty aineiston jakautuminen päällystetyypeittäin ja alueittain. Liitteessä 1 on esitetty valitut kohteet tiepiireittäin.

Taulukko 4. Kohteiden jakautuminen vaiheessa 2.

ILMASTO- ALUE	PÄÄLLYSTE- TYYPPI	KOhteiden PITUUS (km)	TIEMESTARIPIIRIT
Etelä	AB	20	Pori, Rauma
Etelä	PAB	40	Pori, Rauma
Väli-Suomi	AB	20	Kokkola, Veteli
Väli-Suomi	PAB	30	Kokkola, Veteli
Pohjoinen	PAB	40	Kuusamo, Posio

Koesuunnittelun toisessa vaiheessa käytettiin samoja muuttujia kuin ensimmäisessä vaiheessa ja niiden lisäksi muuttujina ovat pohjamaan tyyppi, luiskan kaltevuus ja vauriosumma.

Koesuunnittelumatriisi on esitetty liitteessä 2. Matriisin absoluuttinen täyttyminen ei ole mahdollista, koska esimerkiksi tien leveys ja liikennemäärä ovat toisistaan riippuvia ts. on vaikea löytää vähäliikenteisiä ja leveitä teitä, joissa on jyrkkä luiska. Taulukossa 5 ja 6 on esitetty raja-arvot, joiden mukaan aineiston on jaettu matriisin soluihin.

Taulukko 5. Aineiston ryhmittely PAB-teillä.

	Matala	Korkea
KVL	Alle 600	Yli 600
Tien leveys	Alle 6,5 m	Yli 6,5 m
Ilmastoalue	Etelä	Pohjoinen
Vauriosumma	Alle 20 m ²	Yli 20 m ²
Luiskan kaltevuus	1/3	1/2
Pohjamaa	Hk, Sr	Mr Tv, Sa, Si

Taulukko 6. Aineiston ryhmittely AB-teillä.

	Matala	Korkea
KVL	Alle 1300	Yli 1300
Tien leveys	Alle 8 m	Yli 8 m
Ilmastoalue	Etelä	Pohjoinen
Vauriosumma	Alle 20 m ²	Yli 20 m ²
Luiskan kaltevuus	1/3	1/2
Pohjamaa	Hk, Sr	Mr Tv, Sa, Si

5 KUNTOTIETOAINEISTON TÄYDENTÄMINEN

Lisämittausten tavoitteena oli hankkia kuntotietoaineistoa täydentävää tietoa tien ominaisuuksista ja kunnosta. Tämän lisätiedon avulla tavoitteena on kehittää nykyistä parempia tien kunnan kehittymismalleja kuten vaurioitumis-, urautumis- ja tasaisuusmallit.

Yhtenä reunaehtona oli, että hankittavat lisäparametrit pitää olla hankittavissa koko verkolta kohtuullisin kustannuksin.

Tämän projektin mittaukset tehtiin syys- ja lokakuussa 1999. Jokaiselta tieosalta mitattiin pituus- ja poikkisuuntainen tasaisuus ja videokuvattiin tielinjaluiskan kaltevuuden ja tien kuivatuksen arvioimiseksi.

5.1 Pituus- ja poikkisuuntainen tasaisuus ja ura

Kuntotietoaineisto sisältää PTM-mittaustietoa vuosilta 1989 – 1997. Urat ja tasaisuudet mitataan PTM-autolla joka vuosi teiltä, kun KVL on suurempi kuin 1500. Muilta teiltä urat ja tasaisuus mitataan vähintään joka toinen vuosi. Tiedot siirretään rekisteriin 100 metrin arvona.

Mitattavat uratiedot ovat :

- uramuoto
- poikittainen epätasaisuus
- maksimi urasyvyyden keskiarvo
- maksimi urasyvyys
- urasyvyyden keskihajonta

Urasyvyyden laskenta :

- ultraäänianturit (15 kpl) mittaavat 10 m matkalla 5 arvoa 2 m välein
- viidestä ultraäänianturin arvosta (pituussuunnassa) poistetaan suurin ja pienin ja lopuista kolmesta lasketaan keskiarvo. Näin lasketuista anturilukemista muodostetaan poikkileikkausprofiili, joka edustaa ko. 10 m poikkileikkausta
- 100 m urasyvyys lasketaan 10 m urasyvyyksien keskiarvona

Mitattavat tasaisuustiedot ovat :

- IRI, tien pituussuuntaisen tasaisuuden tunnusluku
- DRI, dynaaminen rasitusindeksi
- Kiihtyvyyden ylä- ja alaraja
- Pienet ja isot heitot

- Pienet ja isot painumat
- Pienet ja isot kohoumat
- Pienet ja isot kuopat
- Pienet ja isot epätasaisuudet

Tätä tutkimusta varten varten VTT mittasi valitut tieosat (noin 600 km) PTM-autolla. Mittaus sisälsi edellä lueteltujen ura- ja tasaisuustietojen lisäksi 5 m IRI, harjanteen korkeuden keskiarvon, maksimiarvon ja keskihajonnan.

5.2 Pohjamaan maalaji

Tierakenteen toiminnan kannalta alusrakenteen yläpintaan kohdistuvat pystysuorat muodonmuutokset ovat kriittisiä. Tien poikkileikkauksessa kuormitus ei jakaannu tasaisesti vaan keskittyy ajouriin. Liikennekuormituksen johdosta rakennekerroksiin ja alusrakenteeseen saattaa syntyä pysyviä muodonmuutoksia ja päällyste urautuu. Yhtenä hypoteesina on, että heikosti kantavilla pohjamailla vaurioitumisen ja epätasaisuuden kasvunopeus poikkeaa pohjamaista, joiden kantavuus on suuri. Tämän tutkimuksen perusteosassa on esitetty teoriaa kevyt-päällysteisten teiden vaurioitumismekanismeista. [Osavaihe I]

5.2.1 GTK:n maaperäkartat

Kuntorekisteri ei sisällä tietoa pohjamaan maalajista. Tien rakentamista tai parantamista varten tehdyt suunnitelmat sisältävät tietoa pohjamaasta. Ongelmana tämän aineiston käytölle on, että sitä ei ole keskitetysti saatavissa, kaikilta teiltä sitä ei ole lainkaan saatavissa ja alemman luokan teillä suunnitelma-asiakirjat saattavat olla puutteellisia. Tutkimuksen seuraavassa vaiheessa on tavoitteena vertailla Tielaitoksen suunnitelmia ja Geologisen tutkimuslaitoksen maaperäkartoista saatavaa pohjamaatieta. Hypoteesina on, että Tielaitoksen suunnitelma-asiakirjat perustuvat tarkempiin maasto-tutkimuksiin ja ne ovat tarkempia ja laadultaan maaperäkartoja parempia.

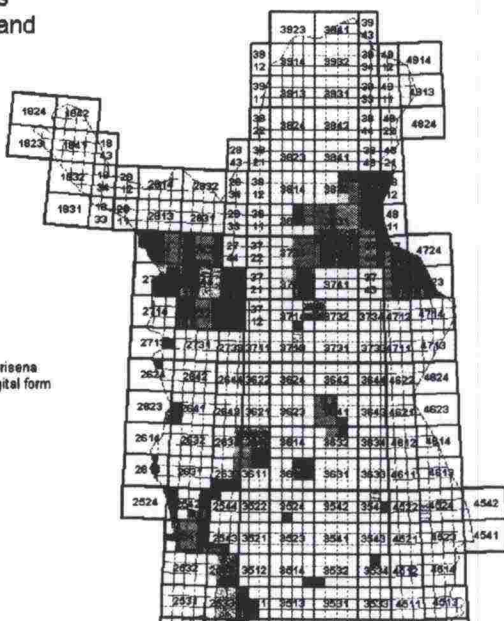
Maaperäkartoja 1:20000 ei ole saatavissa koko maan alueelta. Tutkimusta varten valittiin kohteet niiltä alueilta, mistä on saatavissa tarkkoja maaperäkartoja mahdollisimman paljon. Kuvissa 1 ja 2 on maaperäkarttojen saatavuustilanne vuoden 2000 alussa.

Geologian tutkimuskeskus
Geological Survey of Finland

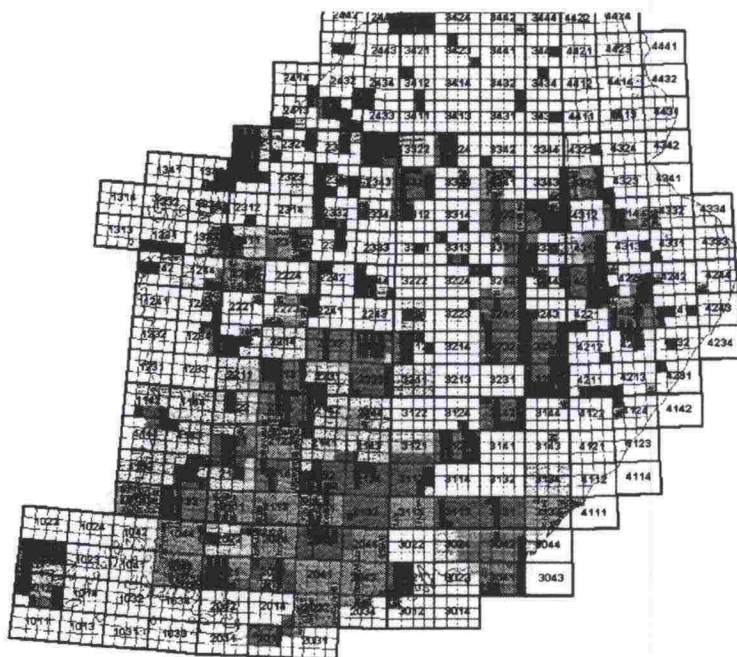
Tilanne 10.02.2000

Maaperäkartat
Maps of Quaternary deposits
1:20 000 / 1:50 000

-  Kartta julkaistu painottuna ja numeerisena
Sheet published/data released in digital form
-  Kartta painettu
Sheet published
-  Kartta julkaistu numeerisena
Data released in digital form
-  Kartoitettu
Mapping completed
-  Kartointu käynnissä
Mapping in progress



Kuva 1. Maaperäkarttojen saatavuus Pohjois-Suomessa.



Kuva 2. Maaperäkarttojen saatavuus Etelä-Suomessa.

Maaperäkartoja on parhaiten saatavina Länsi- ja Etelä-Suomessa. Sen sijaan Pohjois-Suomessa niiden saatavuus on heikko.

Kohteet valittiin Etelä-Suomesta Porin ja Rauman tiemestaripiirien alueelta, Väli-Suomesta Kokkolan ja Vetelin tiemestaripiirien alueelta ja Pohjois-Suomesta Kuusamon ja Posion tiemestaripiirien alueelta. Porin ja Rauman seudulta on olemassa maaperäkartat koko alueelta. Sen sijaan Kokkolan, Vetelin, Kuusamon ja Posion alueella käytettiin peruskarttoja niiltä alueilta, kun maaperäkarttaa ei ollut saatavissa. Maalajin tulkinta peruskartasta on huomattavasti epäluotettavampi tapa kuin maaperäkartasta tehty tulkinta.

Maaperäkartoissa maalajit on esitetty taulukon 7 mukaisesti. Maaperäkartaan on merkitty maalaji tai kallio 1,0 metrin syvyydellä ja sen päällä oleva kerros.

Taulukko 7. Maaperäkarttojen maalajiluokittelu.

Moreenikerrostumat	Soramoreeni Hiekkamoreeni Silttimoreeni
Karkearakeiset kerrostumat	Kallio Sor Karkeahiekka Hienohiekka
Hienorakeiset kerrostumat	Karkeasiltti Hienosiltti Savi
Eloperäiset kerrostumat	Lieju Saraturve Rahkaturve

Koska osa tulkinnoista jouduttiin tekemään peruskartoista, ei yllä olevaa luokittelua voitu käyttää. Aineisto luokiteltiin käyttäen maalajeina: turve, savi, siltti, moreeni, hiekka, sora ja kallio.

Yhteensä pohjamaan maalaji pystyttiin määrittämään 2185 osuudelle eli noin 219 tiekilometriä. Maalajien jakauma on taulukon 8 mukainen.

Taulukko 8. Maalajien osuudet aineistossa.

Maalaji	Pituus	Osuus
Turve	11 km	5 %
Savi	6 km	3 %
Siltti	31 km	14 %
Moreeni	140 km	64 %
Hiekka	26 km	12 %
Sora	2 km	1 %
Kallio	3 km	1 %

5.3 Tien kuivatus

5.3.1 Kuivatuksen merkitys

Tien rakennemateriaalien ja pohjamaan kosteustilat ja niiden vaihtelu vaikuttavat tien kestävyys- ja liikennekuormien ja ilmastorasitusten alaisena. Tien kuivatusta voidaan käsitellä kolmena tehtävänä. Tien pintakuivatus, tierakenteen kuivatus ja pohjamaan / alusrakenteen kuivatus on järjestettävä hyväksyttävällä tavalla. Hyvällä ja tehokkaalla kuivatuksella voidaan vähentää vaurioitumista muuten epäedullisissa olosuhteissa (esim. huonot rakennemateriaalit, rikkonainen päällyste tai routiva pohjamaa).

5.3.2 Kuivatuksen toimivuuden arviointi PTM-kuvasta

Arviointi kohdeteiden kuivatuksen toimivuudesta tehtiin tulkiten PTM-auton videokuvaa. Yhteensä käsiteltävää aineistoa oli n. 380 km. Arviointi todettiin vaikeasti tulkittavaksi, joten katselussa päädyttiin jakamaan tien kuivatus vain kahteen luokitusluokkaan – hyvään ja huonoon. Arvioinnissa pyrittiin löytämään ne tiekohdat, joissa kuivatus oli huono. Tällaisiksi teiksi määriteltiin ne osuudet, joissa sivuojan syvyys oli alle 0,7 metriä molemmin puolin tietä. Pienin yhtenäisen huonon kuivatusosuuden pituuden oli oltava vähintään 100 metriä. Muuten osuudet tulkittiin hyvin kuivattuviksi.

Poikkeuksena edellisestä oli eräissä osuuksissa havaittu kuiva, selvästi karkeita maalajeja sisältävä maapohja, joka todettiin kuivatukseltaan hyväksi, vaikka ojasyvyys jäi alle 0,7 m. Lisäksi jyrkät mäet ja mäkien harjat voitiin luokitella hyvin kuivatetuksi, vaikka ojitus oli matalaa.

Yksi henkilö katseli videokuva-aineiston ensin kokonaisuudessaan läpi, jonka yhteydessä havaitsija kirjasi huonosti kuivattuvat tieosuudet. Videokuvaa

kelattiin tarvittaessa edestakaisin arvioinnin varmentamiseksi. Myös epävarmat rajatapaukset kirjattiin. Kun aineisto oli katseltu, toinen henkilö katseli kirjatut tapaukset uudelleen läpi, jolloin vain kahdesti huonosti kuivattuviksi havaitut tieosuudet jätettiin. Huonosti kuivatettuja osuuksia oli lopulta kokonaisaineistosta melko vähän.

5.3.3 Arvioinnin luotettavuus

Kuivatuksen arviointi jouduttiin tekemään yhdellä kameralla kuvatusta videokuvasta. Videokuvaus oli tehty syksyllä, jolloin puissa ja pensaissa oli lehdet ja aluskasvillisuus oli osin rehevää. Sivuojen syvyyttä, pengerkorkeutta ja maaston sivukaltevuutta oli monin paikoin mahdotonta arvioida. Arvioinnissa jouduttiin mm. tekemään päätelmiä tien yleisen kunnon perusteella, jos jokin osa jäi kasvillisuuden takia katveeseen tai kaarteissa kuvan ulkopuolelle. Lisäksi ajoittain sateiset ja pilviset olosuhteet sekä synkät metsäiset alueet heikensivät ojen näkyvyyttä ja vaikeuttivat arviointia. Havainnot olivat lisäksi riippuvaisia havaitsijasta.

Videokuvasta ei ollut mahdollista tulkita pohjamaan maalajia kuin harvoissa kohdissa. Maalajia ei näin ollen voitu ottaa huomioon arvioitaessa kuivatuksen toimivuutta. Maalajimääritykset on tehty erikseen maaperäkartoja hyväksi käyttäen, mutta tietoa ei käytetty kuivatusarvioinnissa. Tarkastelluista teistä ei ollut käytettävissä suunnitelma-aineistoa.

Yleisesti voidaan todeta, että PTM-videokuvasta voidaan arvioida tien kuivatuksen toimivuutta vain rajallisesti. Kuivatuksen toimivuuden yleisluontoisien arvioinnin tekeminen on rajallisesti mahdollista.

Yhteensä kuivatuksen toimivuus määritettiin noin 349 kilometriltä tietä. Vain 5400 m oli sellaista, että tien kuivatus voitiin luokitella huonoksi videokuva-tulkinnan perusteella. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että tien kuivatuksen arviointi ei onnistu videokuvasta tässä tutkimuksessa käytetyllä menetelmällä ja olosuhteissa. Kuvasta ei voinut tulkita huonoksi kuivatukseksi kuin erittäin pienen osan (1,5 %) koko aineistosta.

5.4 Luiskan kaltevuus

5.4.1 Luiskan vaikutus kevytpäällysterakenteissa

Kevytpäällysteisille, alemman luokan teille on tyypillistä kapeat poikkileikkaukset ja jyrkät luiskat. Luiskan kaltevuus saattaa määräytyä työkonen kaivukulman perusteella ojia tehtäessä ja voi olla jopa lähellä kaltevuutta 1:1. Yleisesti kantavuus- ja vastelaskelmat, joita käytetään tierakenteille, eivät ota huomioon tien reunan vaikutusta deformaatioihin. Mitoituksessa tarkastellaan luiskia usein vain rakenteen kokonaisvakavuuden kannalta. Alemman luokan teille on tyypillistä kapeasta poikkileikkauksesta johtuva

liikenteen kulku lähellä tien reunaa. Tällöin on todettu, että deformaatiot ja painuminen kasvavat reuna-alueilla.

Tierakenteen reuna-alueilla kuorman alla vallitsevat vaakajännitykset ovat pienempiä kuin tien keskialueella. Näin reuna-alueen kyky kantaa kuormia on pienempi, kuin tien keskellä, jossa suuremmat vaakajännitykset vastustavat liikennekuormasta aiheutuvia muodonmuutoksia paremmin (deviatorinen jännitys on pienempi). Siksi kuormitetulla reuna-alueella vaakasuuntaiset muodonmuutokset ovat suurempia kuin tien keskellä. Lisäksi kuorman kulkiessa läheltä reunaa, vakavuus pienenee. Yleisesti tien mallinnusteorioissa ja kantavuuskaavoissa maanpinnan oletetaan olevan vaakasuorassa. Varsinaista reunan urautumismekanismia on tutkittu vähän. Luiskauikutuksesta ei ole tehty suuren mittakaavan kokeita, joissa olisi mitattu tarkkaan jännitystiloja tai dynaamisia (palautuvia) tai pysyviä (plastisia) muodonmuutoksia. Reunauikutuksen osuutta deformatumiseen tutkitaan vuoden 2001 aikana Suomessa HVS-NORDIC koetiekoneella.

5.4.2 Luiskaukaltevuuden arviointi PTM-kuvasta

Arviointi kohdoteiden kuivatuksen toimivuudesta tehtiin tulkiten PTM-auton videokuvaa. Yhteensä käsiteltävää aineistoa oli n. 480 km, josta määritettiin luiskaukaltevuus. Ensimmäisessä vaiheessa luiskat jaettiin kolmeen luokkaan : loiva luiska, välimuoto ja jyrkkä luiska. Käytetystä tekniikasta johtuen päädyttiin kuitenkin käyttämään kahta luokkaa, loiva ja jyrkkä. Loiva luiska on tyypillisesti 1:3 ja sitä loivempi luiska. Loivaluiskaiset tiet ovat rakennettu tyypipoikkileikkausten mukaisesti. Jyrkkäluiskaiset tiet eivät yleensä ole rakennettu minkään tyypipoikkileikkauksen mukaisesti ja niiden luiskat ovat kaltevuudeltaan jyrkempiä kuin 1:3.

5.5 Tietopankki

Kaikkien kohteitten aineisto on talletettu *Kevytpäällyste tietopankkiin*. Tietopankki on luotu relaatiotietokantaohjelmalla Microsoft ACCESS 97 ja koostuu seuraavista osista: taulut, kysymykset ja kaavakkeet. Tietopankki sisältää taulukon 9 mukaiset taulut, joihin on tallennettu raakadata aiheittain.

Taulukko 9. Kevytpäällyste tietopankin taulut.

Taulun nimi	Taulun sisältö
Kohteet	Kohteen osoite- ja historiatiedot, Kurresta ja tierekisteristä
Liikenne	Kohteen liikennetiedot, Kurresta ja tierekisteristä
Ilmasto	Kohteen ilmastotiedot, Ilmatieteenlaitokselta
Taipumat	Pudotuspainolaitemittaukset, Kurresta
PTM_Kurre	PTM-mittaukset, Kurresta
PTM_VTT	VTT:n suorittamat PTM-mittaukset

Kysymyksillä voidaan saman tai eri taulukoiden aineistolle tehdä laaduntarkistuksia, luoda laskutoimituksin uusia muuttujia tai hakea dataa tietopankista halutussa muodossa analysointia varten. Kaavakkeiden avulla tietopankissa voidaan kätevästi katsoa, editoida tai lisätä aineistoa. Kuvassa 3 on esitetty esimerkkinä VTT:n suorittaman PTM-mittausdatan kaavake.

PTM_1999_VTT			
KOHDE	1	URA_KA	5.8
TIE	269	URA_HAJ	2.5
TOSA	2	URA_MAX	8.9
ALET	0	KES_URA	1.9
LOET	100	REU_URA	5.6
PIIRI	2	HAR_KA	5.4
SUUNTA	1	HAR_HAJ	2.1
KAISTA	1	HAR_MAX	9.1
LKM	10	IRI	1.96
		PETA	2.30

Record: 14 1 of 6119

Kuva 3. Esimerkki tietopankin data kaavakkeesta.

6 AINEISTON ANALYSOINTIVAIHEET

6.1 Analysointivaiheet

Havaintotieaineiston tilastollinen analyysi tehdään SAS-ohjelmistolla [SAS Procedures Guide & SAS/STAT User's Guide]. Analysoinnin lopullisena tavoitteena on kehittää kevytpäälysteisten teiden kunnon kehittymistä ennustavat mallit. Mallit pyritään luomaan erikseen tien pitkittäiselle- ja poikittaiselle epätasaisuudelle sekä halkeamille. Tämän tarkastelun yhteydessä on tarkoitus selvittää vaurioitumista selittävät muuttujat sekä tarkastella muuttujien välisiä yhteyksiä vaurioitumisen kasvunopeuksien kanssa.

Tien kunnon kehittymistä selittävät muuttujat on esitetty luvussa 4. Lisäksi analysoinnin yhteydessä kehitetään lähtötiedoiksi uusia laskennallisia muuttujia, jotka voivat olla muunnoksia alkuperäisistä mitatuista muuttujista (esim. logaritmi kuormituskertaluvusta) tai useammasta eri tekijästä yhdistettyjä muuttujakokonaisuuksia, jotka on muodostettu mekanistisen teorian pohjalta.

Analysointiprosessi käsittää seuraavat vaiheet: [PARIS]

1. Lähtötietojen käsittely

- aineiston editointi, uusien muuttujien luominen (logaritmimuunnokset, tulomuuttujat, apumuuttujat), uusien tiedostojen luominen.

2. Yhden muuttujan tarkastelut: (SAS PROC UNIVARIATE)

- yksittäisten muuttujien ominaisuuksien tarkastelu, jossa etsitään aineiston poikkeamakohtat tilastollisten tunnuslukujen ja graafisen esityksen perusteella.

3. Kahden muuttujan tarkastelut: (SAS PROC CORR & SAS PROC PLOT)

- kahden muuttujan välisen korrelaation laskeminen (kaikki kombinaatiot) sekä aineiston aukkokohtien etsiminen.
- tarkastellaan vaikutukseltaan merkittäviä havaintoja, sekä kollineaarisuusongelmia (masking).

4. Kunnon kehittymismallien laadinta: (SAS PROC REG)

- selvitetään mitkä tekijät selittävät tien kunnon kehittymistä ja luodaan tien kunnon kehittymisnopeutta ennustavat mallit.
- poistetaan tarvittaessa yllä olevien kohtien tulosten perusteella havaintoja ja/tai muuttujia ja ajetaan mallit uudelleen.

Seuraavassa luvussa käsitellään yksityiskohtaisemmin vaurioitumisen mallintamiseen liittyviä vaiheita.

7 AINEISTON ANALYSOINTI, PAB-TIET

7.1 Yhden muuttujan tarkastelut

Seuraavassa on esitetty analysoinnissa käytetyn aineiston kuvaus. Ensin on esitetty mallinnettavat y-muuttujat ja niiden määritelmät. Tämän jälkeen selittäjinä käytetyt x-muuttujat seuraavan ryhmittelyn mukaan:


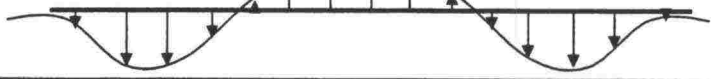
- liikennekuormitus
- tien rakenne ja ilmasto
- taipumamittaukset.

Muuttujista on esitetty jakauman mediaani sekä keskiarvo raportin tekstiosassa ja yksityiskohtaiset tilastolliset tunnusluvut liitteessä 3.

7.1.1 Kunnan kehittymisen kasvunopeudet

Analysoinnin tavoitteena oli etsiä yhteyksiä tien kunnan kehittymistä kuvaavien muuttujien ja kunnan kehittymistä selittävien muuttujien välille. Tien kuntoa kuvataan tässä yhteydessä pitkittäisellä epätasaisuudella, poikittaisella epätasaisuudella sekä päälysteen halkeilulla. Näitä tulisi projektin ensimmäisen osavaiheen hypoteesien mukaan kuvata IRI:n kasvunopeudella, harjanteen kasvunopeudella ja pituushalkeamien kasvunopeudella [Osavaihe I]. Näiden muuttujien lisäksi tarkasteltiin poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeutta ja vauriosumman kasvunopeutta. Taulukossa 10 on esitetty analysoinnissa käsitellyt y-muuttujat sekä niiden määritelmät ja taulukossa 11 on esitetty y-muuttujien kasvunopeuksien laskentatavat.

Taulukko 10. Selitettävien muuttujien (y-muuttujat) määritelmät.

Y-muuttuja	Määritelmä
Pitkittäinen epätasaisuus	IRI "International Roughness Index", (mm/m).
Harjanne	Ajourien välisen harjanteen korkeus, (mm) 
Poikittainen epätasaisuus	Mittausantureiden lukemien poikkeamien (perustasta) itseisarvojen keskiarvo, (mm). 
Pituushalkeamat	Keskisaumahalkeamien ja pituushalkeamien summa, (m).
Vauriosumma	Tielaitoksen kuntorekisterissä (Kurre) oleva vauriosumma, (m ²).

Taulukko 11. Selitettävien muuttujien (y-muuttujat) kasvunopeuksien laskentatavat.

Y-muuttuja	Muoto	Laskentatapa (laskennassa käytetty vuoden 1999 arvoja)
Pitkittäinen epätasaisuus	Lineaarinen	$(IRI - 1,5) / \text{Päällysteen ikä}$
Harjanne	Lineaarinen	$(\text{Harjanteen korkeus} - 5) / \text{Päällysteen ikä}$
Poikittainen epätasaisuus	Lineaarinen	$(\text{Poikittainen epätasaisuus} - 2) / \text{Päällysteen ikä}$
Pituushalkeamat	Lineaarinen	$\text{Pituushalkeamat} / \text{Päällysteen ikä}$
Vauriosumma	Lineaarinen	$\text{Vauriosumma} / \text{Päällysteen ikä}$

PAB kohteiden y-muuttujien mediaanit ja keskiarvot on esitetty taulukossa 12 ja yksityiskohtaiset tilastolliset tunnusluvut liitteessä 3. [SAS Procedures Guide]

Taulukko 12. Selitettävien muuttujien kasvunopeuksien mediaanit ja keskiarvot.

Muuttuja (kasvunopeus)	Mediaani	Keskiarvo
Pitkittäinen epätasaisuus, IRI (mm/m / a)	0,14	0,19
Harjanne (mm / a)	0,83	1,04
Poikittainen epätasaisuus (mm / a)	0,43	0,57
Pituushalkeamat (m / a)	3,40	6,10
Vauriosumma (m ² / a)	2,50	4,70

7.1.2 Liikennekuormitus

Liikennekuormitustiedot perustuvat vuoden 1999 tierekisteritietoihin. Kevytpäällysteet tietopankkiin on tallennettu kohteiden keskivuorokausiliikennemäärät, raskaan liikenteen %-osuus ja vuotuinen kuormituskertaluku. Taulukossa 13 on esitetty KVL ja KKL.

Taulukko 13. Kohteiden liikennetietojen mediaanit ja keskiarvot.

Päällystetyyppi	Mediaani	Keskiarvo
Keskivuorokausiliikenne, KVL	565	618
Kuormituskertaluku, KKL	11625	14263

7.1.3 Tien rakenne ja ilmasto

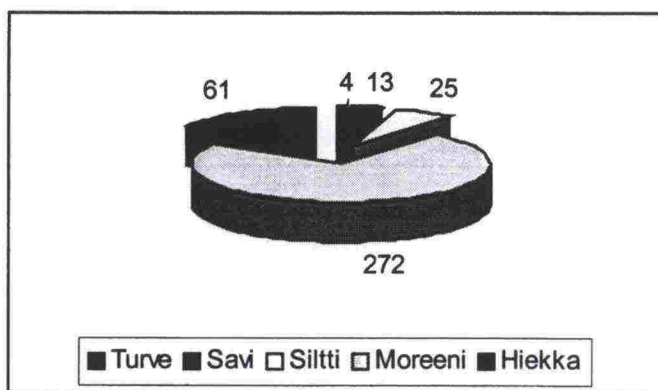
Tietopankissa ei vielä projektin tässä vaiheessa ole tietoa tien rakennekerrosten paksuuksista. Tämä tieto on tarkoitus hankkia projektin osavaiheessa III maatutkan avulla. Tien rakenteesta on tällä hetkellä tallennettu tietopankkiin tierekisteriin perustuvat tiedot päällystelajista, toimenpidehistoriasta ja rakenteen leveystiedoista (tien, päällysteen, ajoradan ja pientareen leveys). Taulukossa 14 on esitetty päällysteen ikä vuonna 1999, tien leveys ja päällysteen leveys.

Taulukko 14. Kohteiden leveystietojen mediaanit ja keskiarvot.

Päällystetyyppi	Mediaani	Keskiarvo
Tien leveys (m)	6,5	6,7
Päällysteen leveys (m)	6,0	6,2
Päällysteen ikä vuonna 1999	11	10

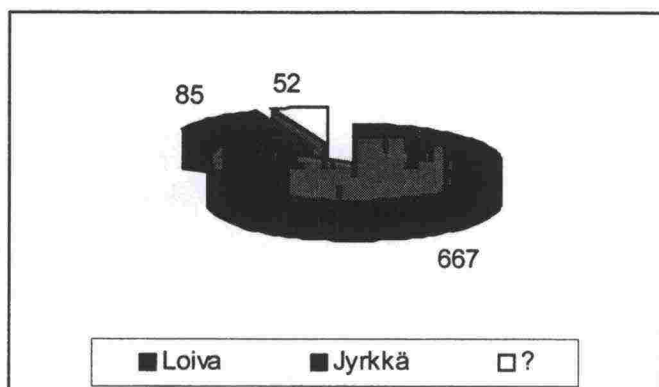
Luvussa 5.2 esitetyllä tavalla selvitettiin kohteen pohjamaaluokka GTK:n maaperäkartoista ja peruskartoista. Pohjamaaluokan jakautuminen on esi-

tetty kuvassa 4. Kuten kuvasta voi todeta on valtaosa kohteista saanut moreeniluokituksen. Kaikki moreenit on luokiteltu samaan luokkaan johtuen karttojen laadusta, joka teki tarkemman luokittelun mahdottomaksi.



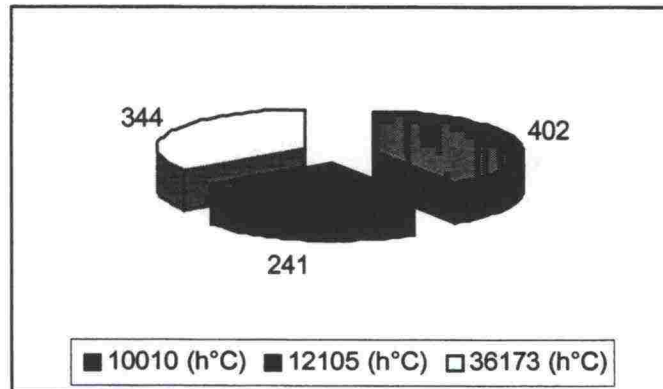
Kuva 4. Kohteiden pohjamaaluokajakaumat.

VTT:n PTM-mittauksen yhteydessä suoritettiin koheiden videointi. Videonauhasta tulkittiin luistan kaltevuutta (luku 5.3), joka luokiteltiin aluksi kolmeen luokkaan (luova, keskinkertainen ja jyrkkä). Koska tulkinnan tuloksena aineistosta noin 90% luokiteltiin luokkaan loiva, päätettiin kaksi muuta luokkaa yhdistää. Kuvassa 5 on esitetty kohteiden jakautuminen luiskankaltevuuden perusteella. Kuvassa esiintyvä ?-ryhmä esittää kohteiden lukumäärää, joita ei videokuvan perusteella voitu tulkita.



Kuva 5. Kohteiden luiskankaltevuusjakaumat.

Kohteet on valittu kolmelta eri ilmastoalueelta yhteensä kuuden tiemestari-piirin alueelta (valintakriteerit esitetty luvussa 4). Tämä ei kuitenkaan ilmastollisesti johtanut kuin kolmeen eri pakkassummaan. Analyysissä käytetty pakkassumma on vuosien 1991 – 1999 keskiarvo. Kolmen ryhmän arvot ja kohteiden lukumäärän jakautuminen on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Kohteiden pakkassummajakaumat.

7.1.4 Taipumamittaukset

Taipumamittausaineisto perustuu kuntorekisteriaineistoon (Kurre). Tieverkolla on suoritettu yksi taipumamittaus pudotuspainolaitteella keskimäärin 500 metrin välein (noin viidenneksellä aineiston kohteista). Tämä aineisto tulee tarkentumaan jatkossa kun osavaiheen III mittaustulokset saadaan käyttöön. Taulukossa 15 on esitetty aineiston mediaanit ja keskiarvot keskitaipumalle (d0) ja etäisimmälle anturille (d1200) sekä taipumaerotuksille SCI450 (d0-d450) ja BCI (d900-d1200).

Taulukko 15. Kohteiden taipumatietojen mediaanit ja keskiarvot.

Päällystetyyppi	Mediaani	Keskiarvo
Keskitaipuma_d0 (µm)	598	637
Taipuma_d1200 (µm)	67	80
Taipumaero_SCI450 (µm)	396	413
Taipumaero_BCI (µm)	30	31

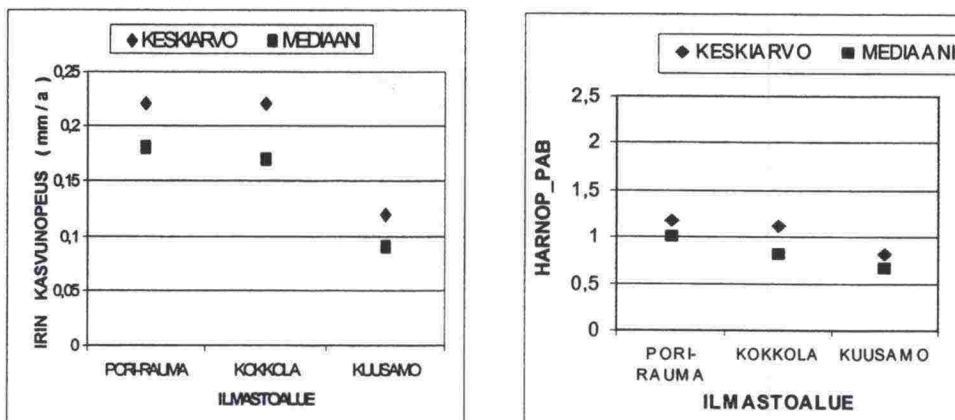
7.2 Kahden muuttujan tarkastelut

Analysointiprosessin kolmannessa vaiheessa tehtiin kahden muuttujan (x-y pari) väliset tarkastelut. Tässä luvussa tarkastelut on esitetty y-muuttujittain. Jokaiselle selitettävälle muuttujalle tehtiin tarkastelu seuraavien selittävien muuttujien mukaan :

- Liikennekuormitus : KVL, KKL
- Rakennetiedot : tien- ja päällysteen leveys, pohjamaa, luiska
- Taipumamittaukset : d0- ja d1200-taipuma, SCI, BCI
- Ilmastoalue

Kaikki x-y kuvat on esitetty liitteessä 4. Tässä luvussa on esitetty kunkin y-muuttujan kohdalla yksi x-y kuva, joista näkyy aineiston suuri hajonta. Koska x-y pisteparvesta ei ole havaittavissa selvää korrelaatiota ja pisteiden suuri määrä vaikeuttaa johtopäätöksen tekemistä, päätettiin aineistoa tarkastella jakamalla se neljään kvartaaliin. Kvartaaleihin jaossa aineisto jaetaan ensiksi kahtia ja sen jälkeen puolikas aineisto jaetaan vielä kahtia.

Ilmastoalue-muuttujaa tarkasteltaessa kaikilla y-muuttujilla on samanlainen trendi. Epätasaisuuden ja vaurioiden lisääntyminen on Etelä-Suomessa huomattavasti nopeampaa kuin Pohjois-Suomessa. Pohjois-Suomessa rakenteet ovat paksumpia kuin Etelä-Suomessa mitoituksen seurauksena ja siten teiden kunnon heikkeneminen on hitaampaa. Kuvassa 7 on esitetty pituussuuntaisen epätasaisuuden ja harjanteen korkeuden kasvunopeus eri alueilla. Liitteessä on esitetty aineiston tilastolliset tunnusluvut.



Kuva 7. IRI:n ja harjanteen kasvunopeus eri ilmastoalueilla.

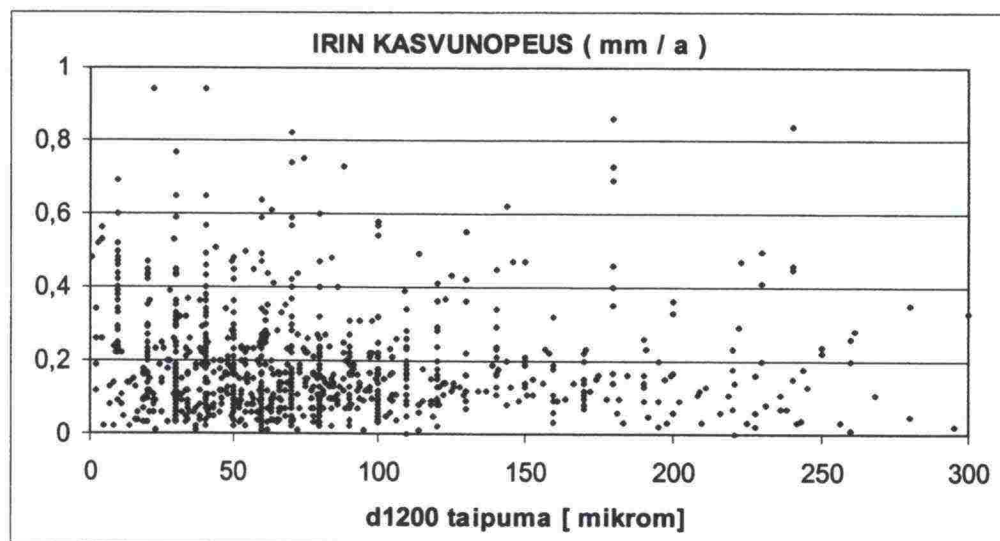
7.2.1 IRI, Pituussuuntainen epätasaisuus

Hypoteesin mukaan pituussuuntainen epätasaisuus johtuu kevytpäällysteisillä teillä pääasiassa routanousujen epätasaisuudesta ja/tai alusrakenteen painumisesta. Raskaan liikenteen määrä ja mahdollisesti myös päällysrakenteen yläosan ominaisuudet vaikuttavat pituussuuntaisen epätasaisuuden lisääntymiseen. [Osavaihe I]

Kuvassa 8 on esitetty IRI:n kasvunopeus d1200 taipuman suhteen. Routanousujen suuruutta voidaan kevytpäällysteisillä ja ohutpäällysrakenteisilla teillä karkeasti arvioida pudotuspainolaitteella kesällä määritetyn d1200 taipuman avulla, jos routanousujen ja d1200-taipuman välillä on riittävän selvä yhteys. Tämän aineiston mukaan korrelaatio on huono. Aineistossa PPL-mittauksia on kuitenkin vain keskimäärin yksi piste 500 m välein. Muiden x-muuttujien kuvat on esitetty liitteessä 4. Kaikkien muuttujien korrelaatio on huono selittämään IRI:n kasvunopeutta.

PAB-teillä IRI:n kasvunopeuden mediaani vuodessa on 0,14 mm/m. Nopeuden aritmeettinen keskiarvo on 0,19 mm/m ja keskihajonta 0,16 mm/m. Aineiston koko (N) on 3759 havaintoa.

IRI:n kasvunopeuden mediaanit ovat ilmastoalueittain : Pori-Rauma 0,18 mm/m, Kokkola 0,17 mm/m ja Kuusamo 0,09 mm/m vuodessa.

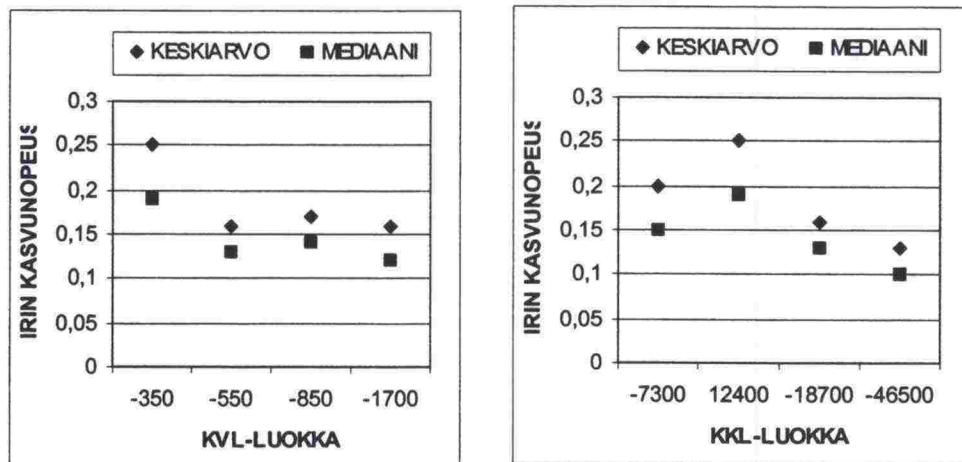


Kuva 8. IRI:n kasvunopeus d1200 taipuman suhteen PAB-teillä.

LIIKENNEKUORMITUS

Kuvassa 9 on esitetty pituussuuntaisen epätasaisuuden muutosnopeus liikennekuormitusmuuttujittain. Aineisto on jaettu kvartaaleihin.

IRI:n kasvunopeus on suurempi teillä, jossa on pienemmät KVL ja KKL. Tämä johtunee siitä, että nämä tiet on kapeampia, rakenteet ohuempia ja rakennettu alemmalla standardilla. Kuvissa toinen kvartaali poikkeaa kuitenkin trendistä eikä KKL:llä tai KVL:llä voi selittää IRI:n kasvunopeutta.



Kuva 9. IRI:n kasvunopeus KVL- ja KKL-luokittain PAB-teillä.

Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 5/1.

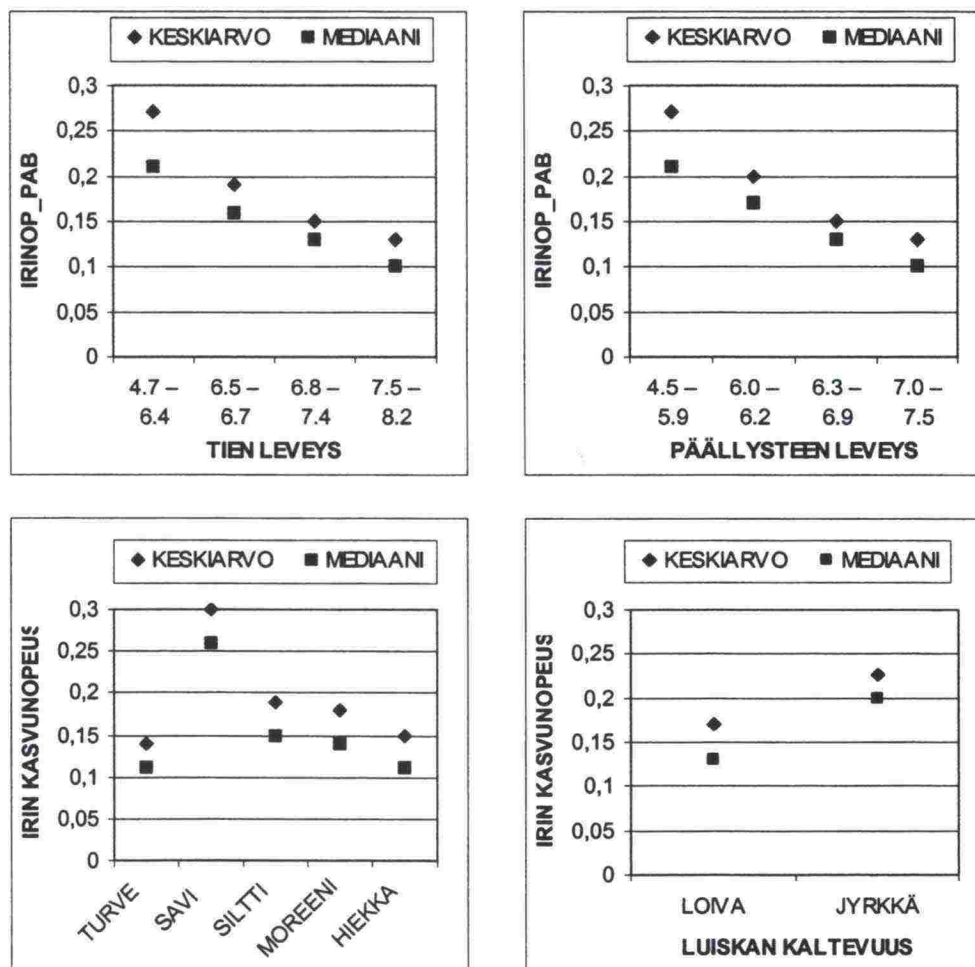
TIEN RAKENNE

Kuvassa 10 on esitetty pituussuuntaisen epätasaisuuden muutosnopeus tien rakennemuuttujittain. Aineisto on jaettu kuvissa kvartaaleihin.

Tien leveys ja päällysteen leveys korreloivat hyvin IRI:n muutoksen kanssa ja trendi on looginen. Leveillä teillä IRI kasvaa hitaasti ja kapeilla teillä IRI kasvaa nopeasti. Leveät tiet on rakennettu paremmalla standardilla kuin kapeat tiet.

Pohjamaan maalaji korreloi osittain loogisesti IRI:n muutoksen kanssa. Ongelmana on kuitenkin aineiston epätasapaino. Turve ja savi kohteita on vähän ja vastaavasti moreenikohteita on paljon. Savikoilla kasvunopeus on selvästi nopein. Turvekohteilla kasvunopeus on epäloogisen pieni.

Luiskan kaltevuus korreloi loogisesti IRI:n kasvunopeuden kanssa. Jyrkkäluiskasilla (pienempi kuin 1:3) teillä IRI kasvaa nopeammin kuin loivaluiskasilla teillä. Aineisto on epätasapainossa, sillä vain 10 % teistä on jyrkkäluiskaisia.



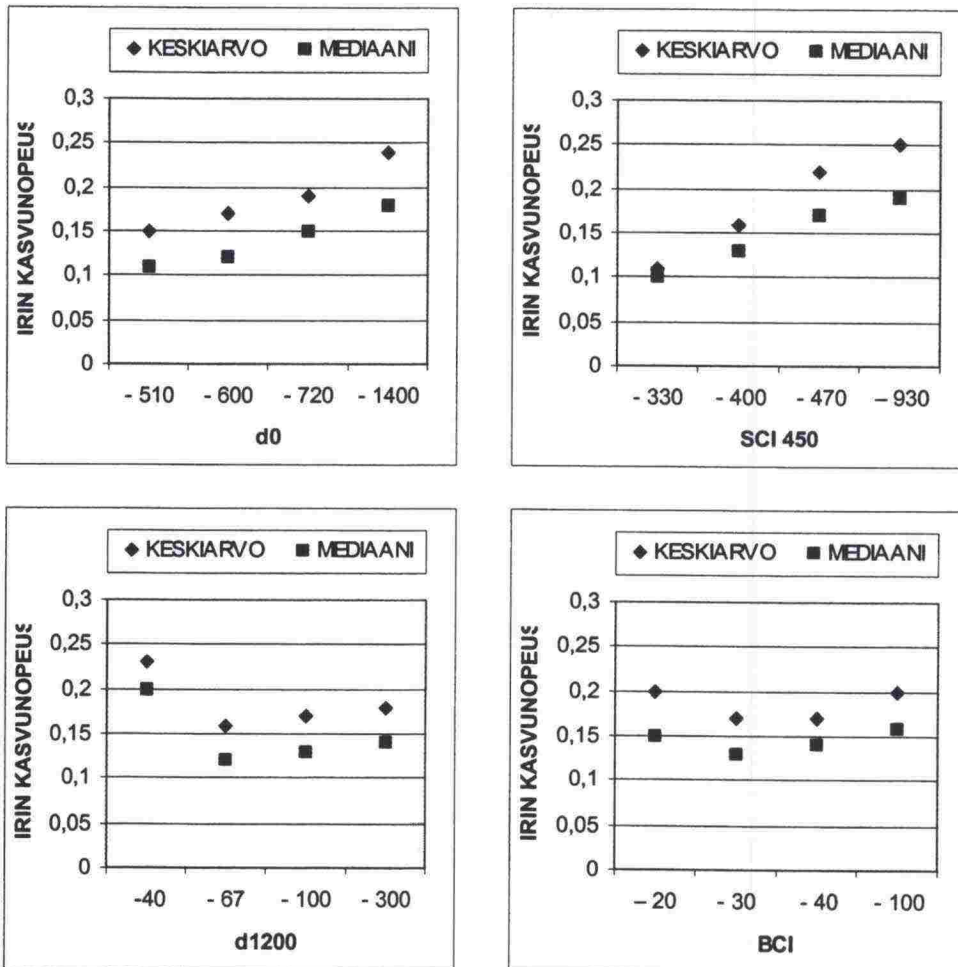
Kuva 10. IRI:n kasvunopeus tien leveys-, päällysteen leveys-, pohjamaa- ja luiskan kaltevuus-luokittain PAB-teillä

Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 5 / 1-2.

TAIPUMAMITTAUKSET

Kuvassa 11 on esitetty pituussuuntaisen epätasaisuuden muutosnopeus pudotuspainolaitemittausten taipumien ja taipumaerojen suhteen. Aineisto on jaettu kuvissa kvartaaleihin.

Päällysrakennetta kuvaavat SCI450 ja d0 korreloivat hyvin ja loogisesti IRI:n muutosnopeuden kanssa. Alusrakennetta kuvaavat d1200 ja BCI sen sijaan eivät korreloi hyvin muutosnopeuden kanssa. Varsinkin pienet taipumat ovat epäloogisia.



Kuva 11. IRI:n kasvunopeus d0-, d1200-, SCI450- ja BCI-luokittain PAB-teillä.

Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 5 / 2-3.

7.2.2 Harjanne

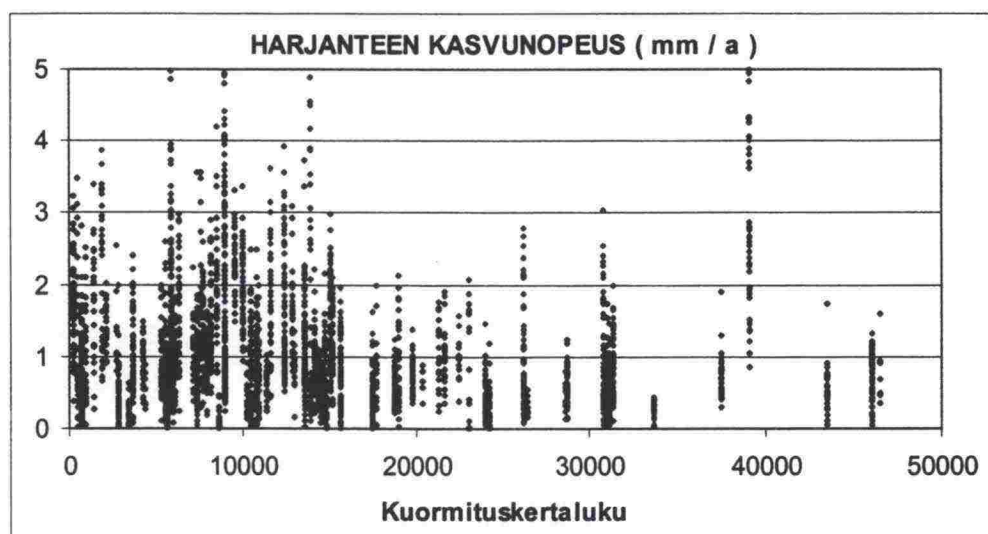
Hypoteesin mukaan poikkisuuntaisen epätasaisuuden lisääntymisen perussyynä on liikennekuormitus kevytpäällysteisillä teillä. Toissijaisina syinä ovat routanousujen epätasaisuus ja hitaasti tapahtuva pohjamaan viruminen. Hyvin huomattava osa kevytpäällysteisten teiden poikkisuuntaisesta epätasaisuudesta on seurausta heikkolaatuisesta ja epähomogeenisista sitomattomissa rakennekerroksissa ja alusrakenteessa tapahtuvista pysyvistä muodonmuutoksista. [Osavaihe I]

Kuvassa 12 on esitetty harjanteen kasvunopeus kuormituskertaluvun suhteen. Tämä aineiston mukaan korrelaatio harjanteen muutoksen ja kuormituskertaluvun välillä on huono. Muiden x-muuttujien kuvat on esitetty liit-

teessä 4. Kaikkien muuttujien korrelaatio on huono selittämään harjanteen kasvunopeutta.

PAB-teillä harjanteen kasvunopeuden mediaani on 0,83 mm / a. Nopeuden aritmeettinen keskiarvo on 1,04 mm / a ja keskihajonta 0,81 mm / a. Aineiston koko (N) on 3609 havaintoa.

Harjanteen kasvunopeuden mediaanit ovat ilmastoalueittain : Pori-Rauma 1,00 mm, Kokkola 0,83 mm ja Kuusamo 0,67 mm vuodessa.

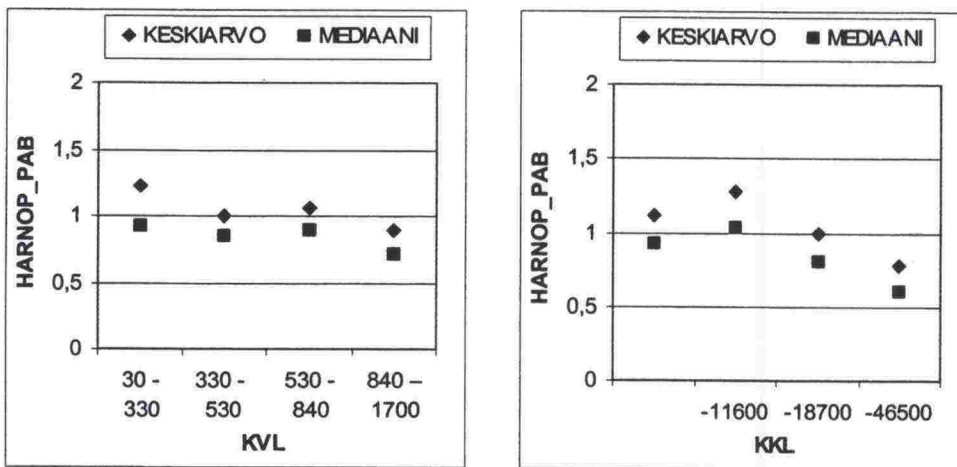


Kuva 12. Harjanteen kasvunopeus kuormituskertaluvun suhteen PAB-teillä

LIIKENNEKUORMITUS

Kuvassa 13 on esitetty harjanteen korkeuden muutosnopeus liikennekuormitusmuuttujittain. Aineisto on jaettu kvartaaleihin.

Harjanteen korkeuden kasvunopeus ja kuormituskertaluku korreloivat heikosti. Suurella kuormituskertaluvulla on pienempi harjanteen kasvunopeus, joka johtunee routamitoituksesta ja yleensäkin paremmasta rakenteesta. Ensimmäisen, toisen ja kolmannen kvartaalin arvot ovat hyvin samansuuruisia. Harjanteen kasvunopeus ei riipu KVL:n määrästä eikä sitä voi käyttää selittäjänä nopeudelle.



Kuva 13. Harjanteen kasvunopeus KVL- ja KKL-luokittain PAB-teillä.

Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 5 / 4.

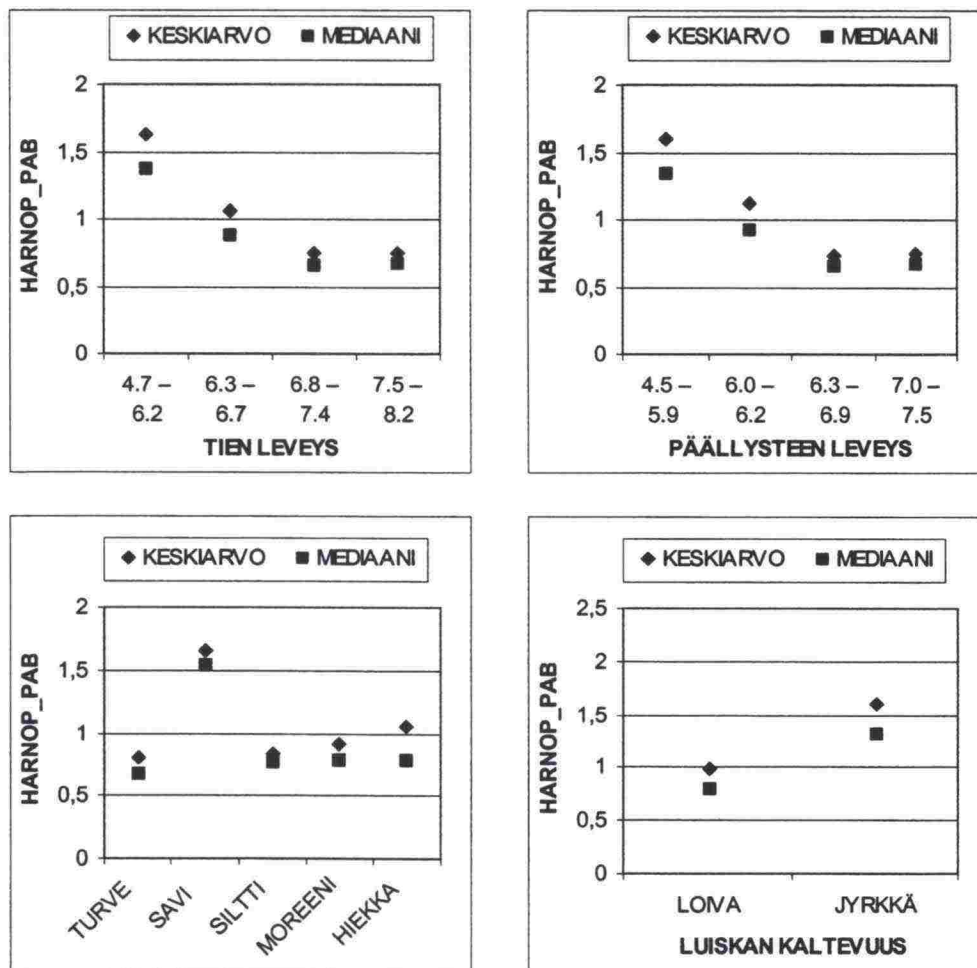
TIEN RAKENNE

Kuvassa 14 on esitetty harjanteen korkeuden muutosnopeus tien rakenne-muuttujittain. Aineisto on jaettu kuvissa kvartaaleihin.

Tien leveys ja päällysteen leveys korreloivat melko hyvin harjanteen muutoksen kanssa ja trendi on looginen. Kaikkein leveimmillä teillä kasvunopeus kuitenkin poikkeaa trendistä.

Pohjamaan maalaji korreloi osittain loogisesti harjanteen korkeuden muutoksen kanssa. Ongelmana on kuitenkin aineiston epätasapaino. Turve ja savi kohteita on vähän ja vastaavasti moreenikohteita on paljon. Savikoilla kasvunopeus on selvästi nopein. Turvekohteilla kasvunopeus on epäloogisen pieni.

Luiskan kaltevuus ei korreloi kovin hyvin harjanteen kasvunopeuden kanssa. Jyrkkäluiskasilla ja loivaluiskaisilla teillä kasvunopeus on samaa suuruusluokkaa. Aineisto on epätasapainossa, sillä vain 10 % teistä on jyrkkäluiskaisia.



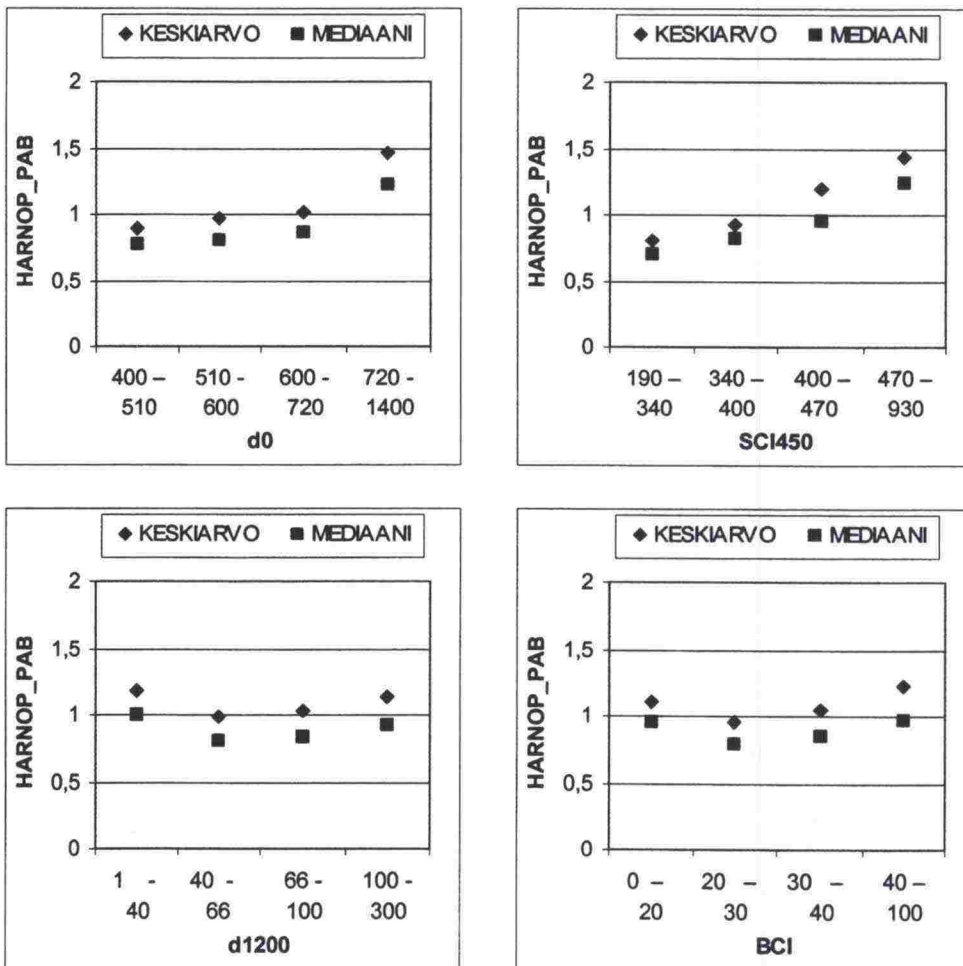
Kuva 14. Harjanteen kasvunopeus tien leveys-, päällysteen leveys-, pohjamaa- ja luiskan kaltevuus-luokittain PAB-teillä

Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 5 / 4-5.

TAIPUMAMITTAUKSET

Kuvassa 15 on esitetty harjanteen korkeuden muutosnopeus pudotuspainolaitemittausten taipumien ja taipumaerojen suhteen. Aineisto on jaettu kuvissa kvartaaleihin.

Päällysrakennetta kuvaavat SCI450 ja d0 korreloivat hyvin ja loogisesti harjanteen korkeuden muutosnopeuden kanssa. Alusrakennetta kuvaavat d1200 ja BCI sen sijaan eivät korreloi harjanteen korkeuden muutosnopeuden kanssa. Varsinkin pienet taipumat ovat epäloogisia.



Kuva 15. Harjanteen kasvunopeus d0-, d1200-, SCI450- ja BCI-luokittain PAB-teillä.

Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 5 / 5-6.

7.2.3 Poikittainen epätasaisuus

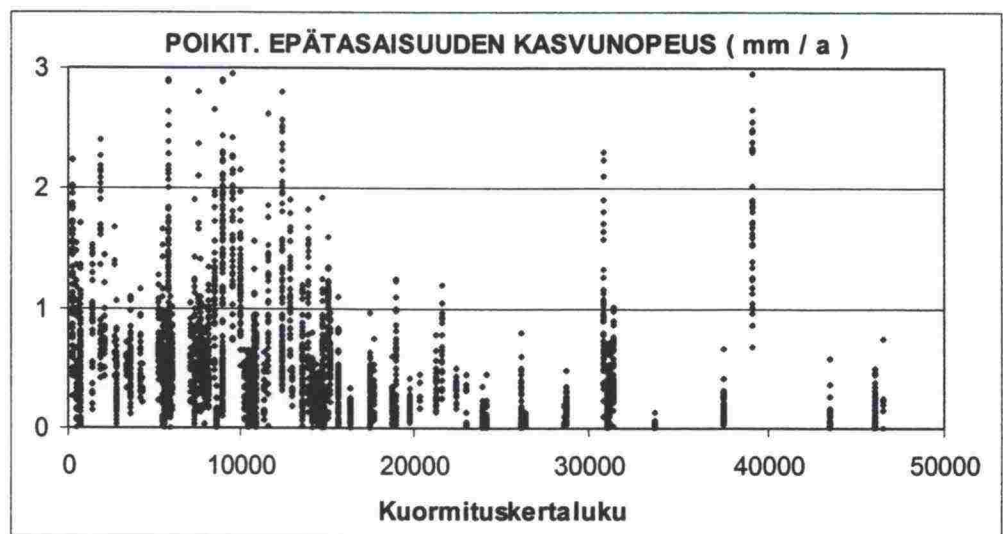
Hypoteesin mukaan poikkisuuntaisen epätasaisuuden lisääntymisen perussyynä on liikennekuormitus kevytpäällysteisillä teillä. Toissijaisina syinä ovat routanousujen epätasaisuus ja hitaasti tapahtuva pohjamaan viruminen. Hyvin huomattava osa kevytpäällysteisten teiden poikkisuuntaisesta epätasaisuudesta on seurausta heikkolaatuisesta ja epähomogeenisista sito-mattomissa rakennekerroksissa ja alusrakenteessa tapahtuvista pysyvistä muodonmuutoksista. [Osavaihe I]

Kuvassa 16 on esitetty poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeus kuormituskertaluvun suhteen. Tämä aineiston mukaan korrelaatio harjanteen muutoksen ja kuormituskertaluvun välillä on huono. Muiden x-muuttujien

kuvat on esitetty liitteessä 4. Kaikkien muuttujien korrelaatio on huono selittämään poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeutta.

PAB-teillä poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeuden mediaani on 0,43 mm / a. Nopeuden aritmeettinen keskiarvo on 0,57 mm / a ja keskihajonta 0,52 mm / a.

Poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeuden mediaanit ovat ilmastoalueittain : Pori-Rauma 0,55 mm, Kokkola 0,43 mm ja Kuusamo 0,25 mm vuodessa.

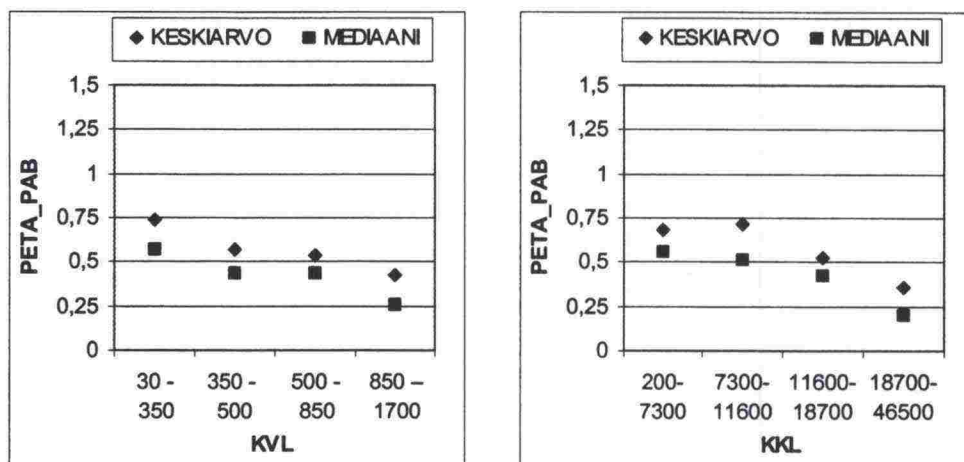


Kuva 16. Poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeus kuormituskertaluvun suhteen PAB-teillä

LIIKENNEKUORMITUS

Kuvassa 17 on esitetty poikkisuuntaisen epätasaisuuden muutosnopeus liikennekuormitusmuuttujittain. Aineisto on jaettu kvartaaleihin.

Poikkisuuntaisen epätasaisuuden kasvunopeus ja kuormituskertaluku korreloivat heikosti. Suurella kuormituskertaluvulla on pienempi harjanteen kasvunopeus, joka johtunee routamitoituksesta ja yleensäkin paremmasta rakentamisstandardista. Ensimmäisen, toisen ja kolmannen kvartaalin arvot ovat hyvin samansuuruisia.



Kuva 17. Poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeus KVL- ja KKL-luokittain PAB-teillä.

Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 5 / 7.

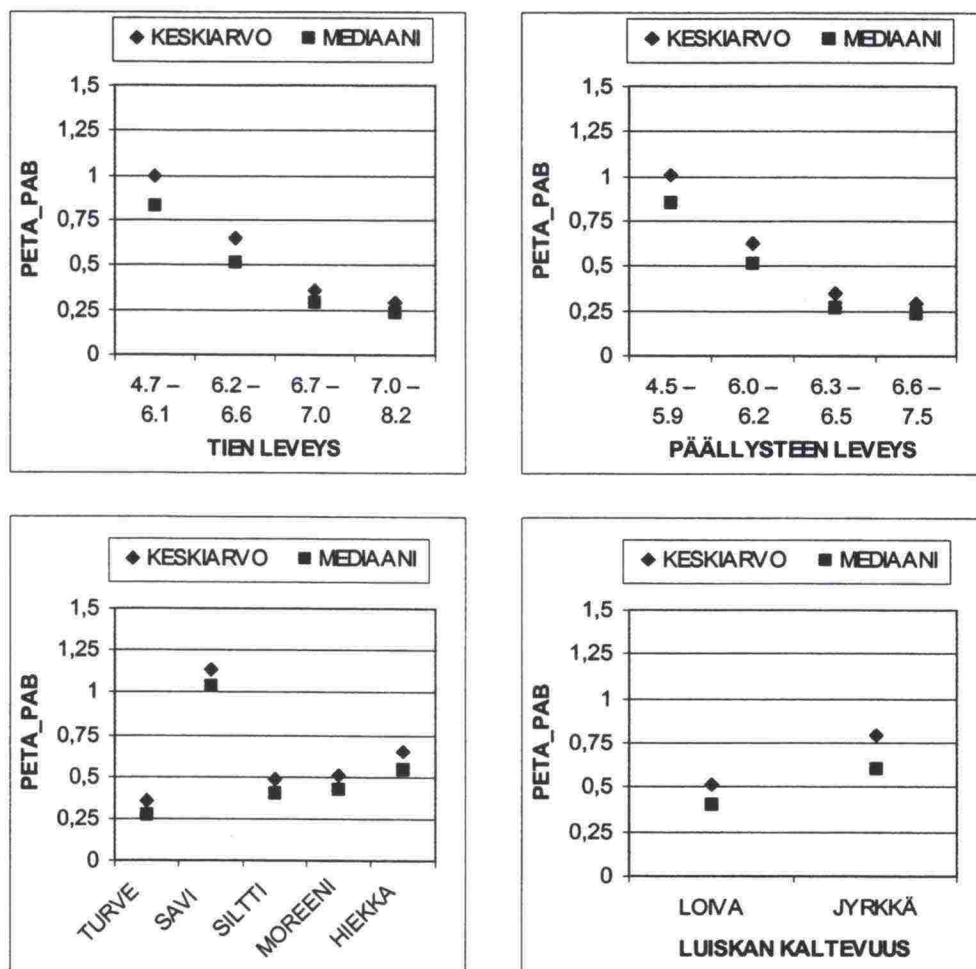
TIEN RAKENNE

Kuvassa 18 on esitetty poikkisuuntaisen epätasaisuuden muutosnopeus tien rakennemuuttujittain. Aineisto on jaettu kuvissa kvartaaleihin.

Tien leveys ja päällysteen leveys korreloivat melko hyvin poikkisuuntaisen epätasaisuuden muutoksen kanssa ja trendi on looginen. Kaikkein leveimillä teillä kasvunopeus kuitenkin poikkeaa trendistä.

Pohjamaan maalaji korreloi osittain loogisesti poikkisuuntaisen epätasaisuuden muutoksen kanssa. Ongelmana on kuitenkin aineiston epätasapaino. Turve ja savi kohteita on vähän ja vastaavasti moreenikohteita on paljon. Savikoilla kasvunopeus on selvästi nopein. Turvekohteilla kasvunopeus on epäloogisen pieni.

Luiskan kaltevuus korreloi poikkisuuntaisen epätasaisuuden kasvunopeuden kanssa ja riippuvuus on looginen. Aineisto on epätasapainossa, sillä vain 10 % teistä on jyrkkäluiskaisia.



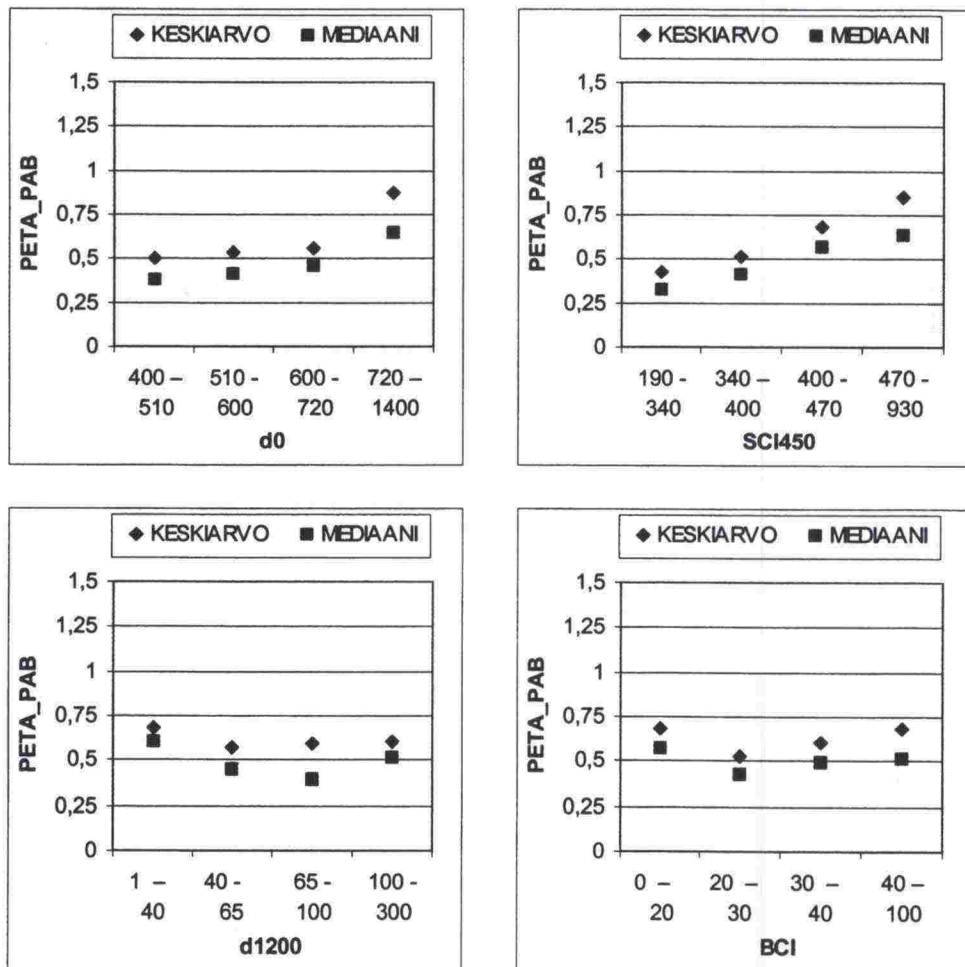
Kuva 18. Poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeus tien leveys-, päällysteen leveys-, pohjamaa- ja luiskan kaltevuus-luokittain PAB-teillä.

Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 5 / 7-8.

TAIPUMAMITTAUKSET

Kuvassa 19 on esitetty poikkisuuntaisen epätasaisuuden muutosnopeus pudotuspainolaitemittausten taipumien ja taipumaerojen suhteen. Aineisto on jaettu kuvissa kvartaaleihin.

Päällysrakennetta kuvaava SCI450 korreloi hyvin ja loogisesti poikkisuuntaisen epätasaisuuden muutosnopeuden kanssa. Alusrakennetta kuvaavat d1200 ja BCI sen sijaan eivät korreloi poikkisuuntaisen epätasaisuuden muutosnopeuden kanssa. Varsinkin pienet taipumat ovat epäloogisia.



Kuva 19. Poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeus d0-, d1200-, SCI450- ja BCI -luokittain PAB-teillä.

Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 5 / 8-9.

7.2.4 Pituussuuntaiset halkeamat

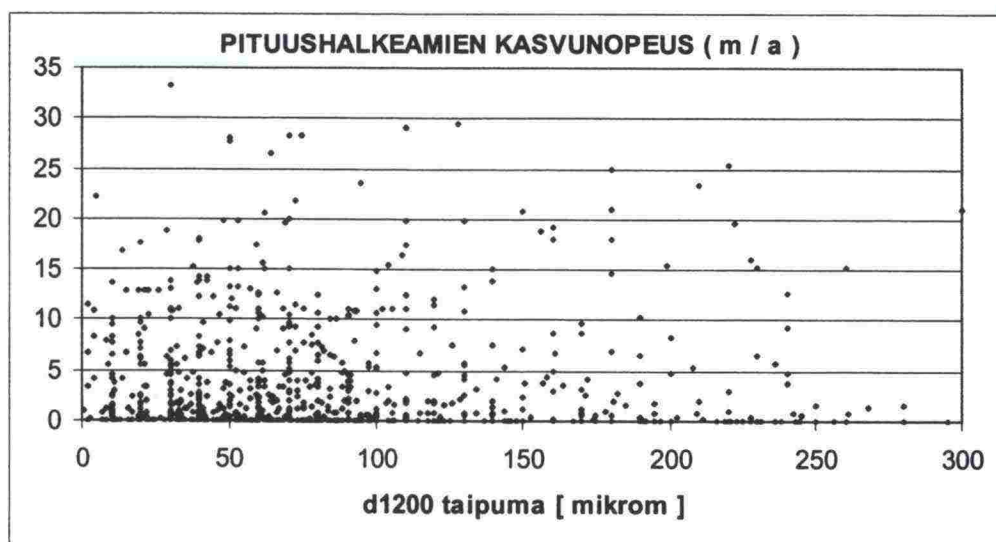
Hypoteesin mukaan roudan aiheuttamat halkeamat ovat pääosin pituussuuntaisia halkeamia. Pituushalkeamat johtuvat pääasiassa epätasaisesta routanoususta tien poikkisuunnassa, jolloin päällysrakenteen yläosaan syntyy vetorasituksia. Ajokaistahalkeamia esiintyy tyypillisesti tiekohdissa, missä rakenne sisältää jonkinlaisen epäjatkuvuuskohdan, jossa routanousuerot ovat paikallisesti huomattavia. Selvimpänä edellytyksenä pituushalkeamien muodostumiselle on riittävä routanousuero tien keski- ja reunaosien välillä. [Osavaihe I]

Kuvassa 20 on esitetty pituushalkeamien kasvunopeus d1200 taipuman suhteen. Tämä aineiston mukaan korrelaatio on huono. Aineistossa PPL-mittauksia on kuitenkin vain keskimäärin yksi piste 500 m välein. Muiden x-

muuttujien kuvat on esitetty liitteessä 4. Kaikkien muuttujien korrelaatio on huono selittämään pituushalkeamien kasvunopeutta.

PAB-teillä pituushalkeamien kasvunopeuden mediaani on 3,4 m / a. Nopeuden aritmeettinen keskiarvo on 6,1 m / a ja keskihajonta 7,3 m / a.

Pituushalkeamien kasvunopeuden mediaanit ovat ilmastoalueittain : Pori-Rauma 4,5 m, Kokkola 2,7 m ja Kuusamo 2,4 m vuodessa.

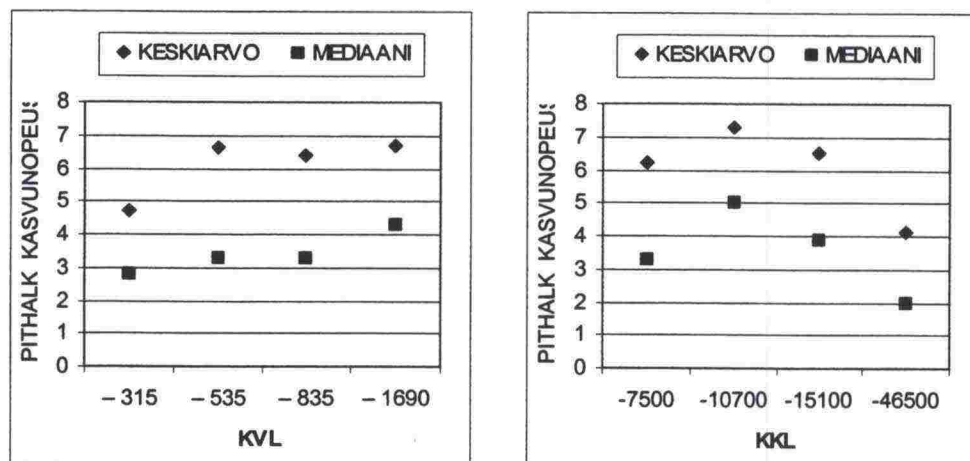


Kuva 20. Pituushalkeamien kasvunopeus d1200 taipuman suhteen PAB-teillä

LIIKENNEKUORMITUS

Kuvassa 21 on esitetty pituussuuntaisten halkeamien muutosnopeus liikennekuormitusmuuttujittain. Aineisto on jaettu kvartaaleihin.

Kuormituskertaluku ja KVL eivät korreloi pituushalkeamien kasvunopeuden kanssa eikä niillä voi selittää muutosnopeutta. Suuri KKL indikoi pientä nopeutta, kun taas suuri KVL indikoi suurta nopeutta.



Kuva 21. Pituushalkeamien kasvunopeus KVL- ja KKL-luokittain PAB-teillä.

Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 5 / 10.

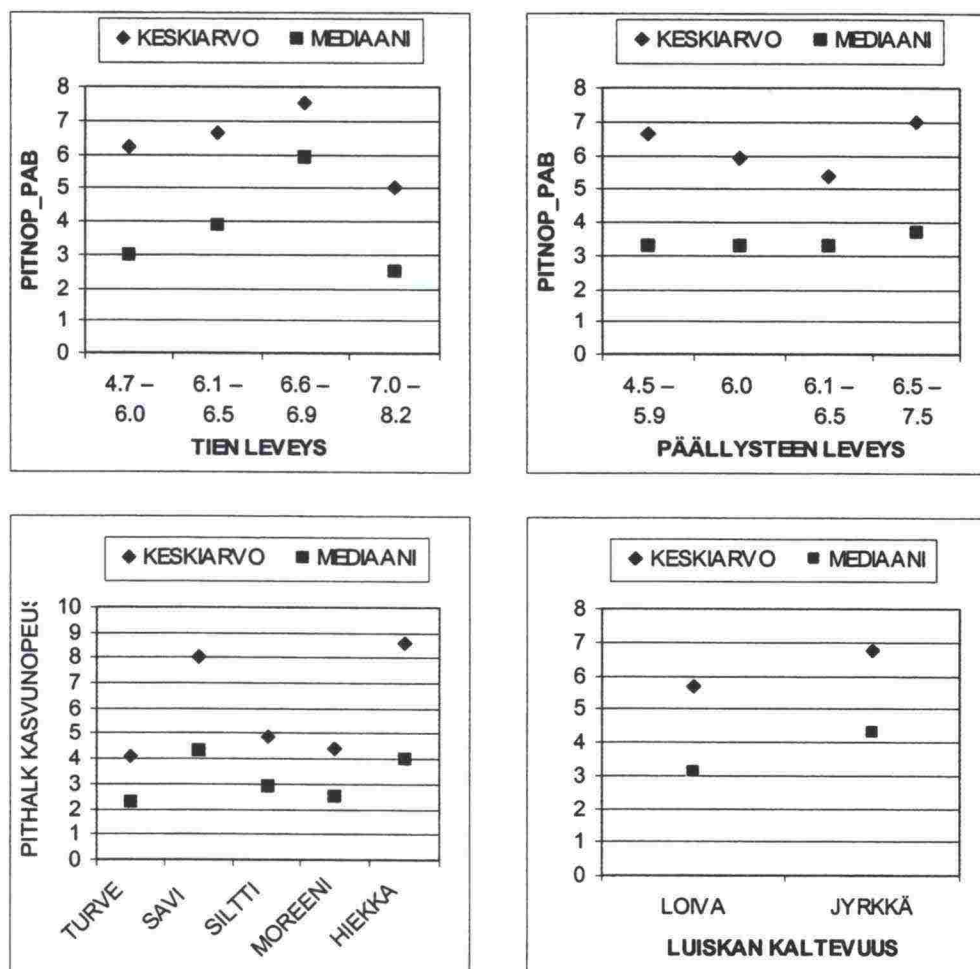
TIEN RAKENNE

Kuvassa 22 on esitetty pituussuuntaisten halkeamien muutosnopeus tien rakennemuuttujittain. Aineisto on jaettu kvartaaleihin.

Tien leveys ja päällysteen leveys eivät korreloi pituushalkeamien kasvunopeuden kanssa. Tien leveyden aineiston kolmas ja neljäs kvartaali poikkeavat merkittävästi toisistaan.

Pohjamaan maalaji aineistossa ei ole selvää yhteyttä pohjamaan kantavuuden ja pituushalkeamien lisääntymisen välillä.

Luiskan kaltevuus korreloi pituushalkeamien kasvunopeuden kanssa ja riippuvuus on looginen. Aineisto on epätasapainossa, sillä vain 10 % teistä on jyrkkäluiskaisia.



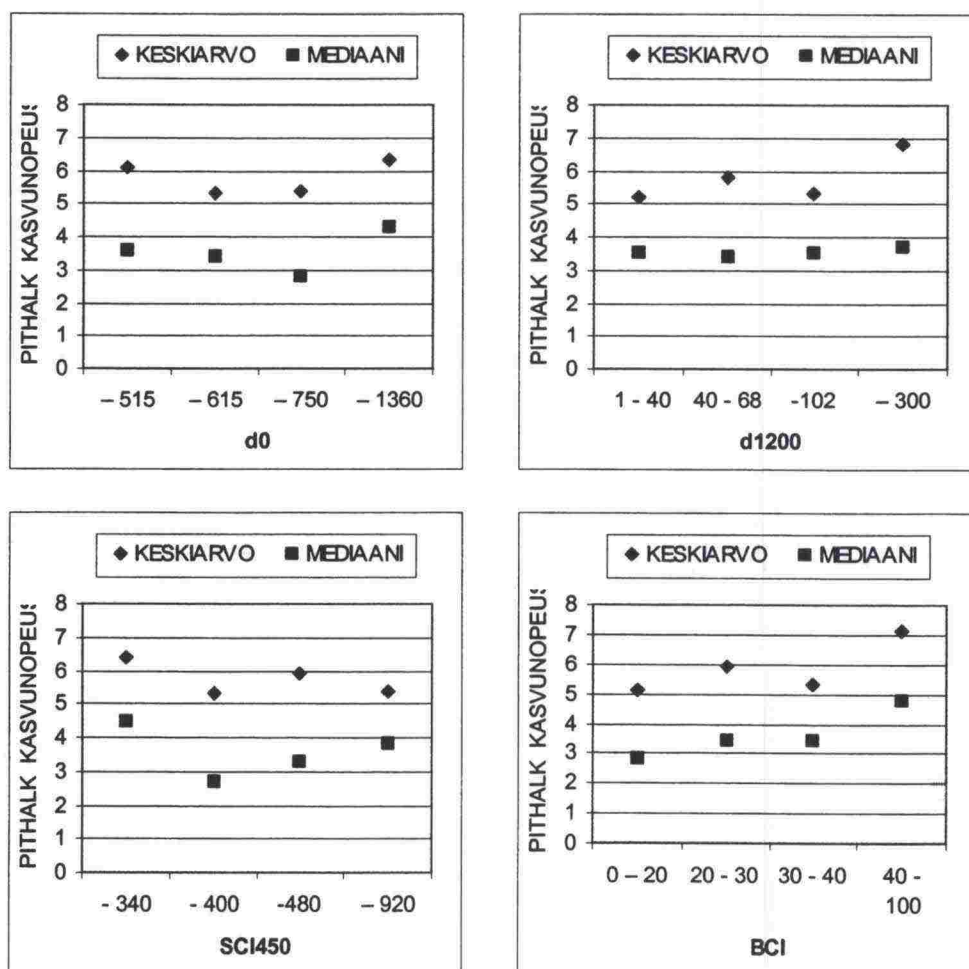
Kuva 22. Pituushalkeamien kasvunopeus tien leveys-, päällysteen leveys-, pohjamaa- ja luiskan kaltevuus-luokittain PAB-teillä.

Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 5 / 10-11.

TAIPUMAMITTAUKSET

Kuvassa 23 on esitetty pituussuuntaisten halkeamien muutosnopeus pudotuspainolaitemittausten taipumien ja taipumaerojen suhteen. Aineisto on jaettu kuvissa kvartaaleihin.

Mikään tutkituista taipuma-arvoista ei korreloinut hyvin pituushalkeamien kasvunopeuden kanssa. BCI:llä ja kasvunopeudella on looginen riippuvuus. Suuri BCI arvo indikoi nopeampaa pituushalkeamien lisääntymistä. BCI:tä on käytetty kuvaamaan pohjamaan kantavuutta ja routivuutta.



Kuva 23. Pituushalkeamien kasvunopeus d0-, d1200-, SCI450- ja BCI -luokittain PAB-teillä.

Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 5 / 11-12.

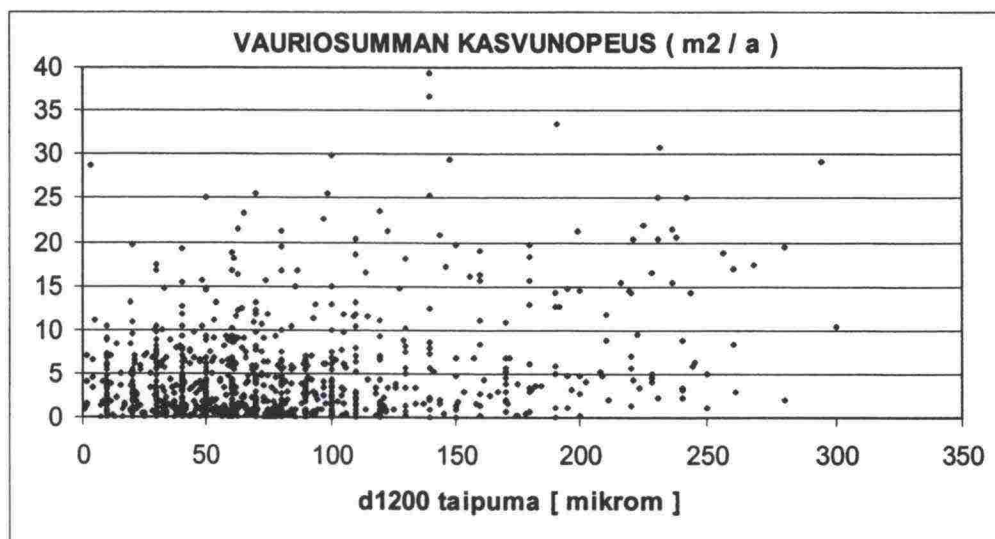
7.2.5 Vauriosumma

Suurin osa päällystevaurioista on routanousun aiheuttamia halkeamia kevytpäällysteisillä teillä. Hypoteesin mukaan roudan aiheuttamat halkeamat ovat pääosin pituussuuntaisia halkeamia. Pituushalkeamien määrän lisääntyessä alkaa syntyä myös verkkohalkeamia ja purkaumia.

Kuvassa 24 on esitetty vauriosumman kasvunopeus d1200 taipuman suhteen. Tämä aineiston mukaan korrelaatio on huono. Aineistossa PPL-mittauksia on kuitenkin vain keskimäärin yksi piste 500 m välein. Muiden x-muuttujien kuvat on esitetty liitteessä 4. Kaikkien muuttujien korrelaatio on huono selittämään vauriosumman kasvunopeutta.

PAB-teillä vauriosumman kasvunopeuden mediaani on $2,5 \text{ m}^2/\text{a}$. Nopeuden aritmeettinen keskiarvo on $4,7 \text{ m}^2/\text{a}$ ja keskihajonta $6,2 \text{ m}^2/\text{a}$. Aineiston koko (N) on 3257 havaintoa.

Vauriosumman kasvunopeuden mediaanit ovat ilmastoalueittain : Pori-Rauma $4,0 \text{ m}^2$, Kokkola $2,3 \text{ m}^2$ ja Kuusamo $1,3 \text{ m}^2$ vuodessa.

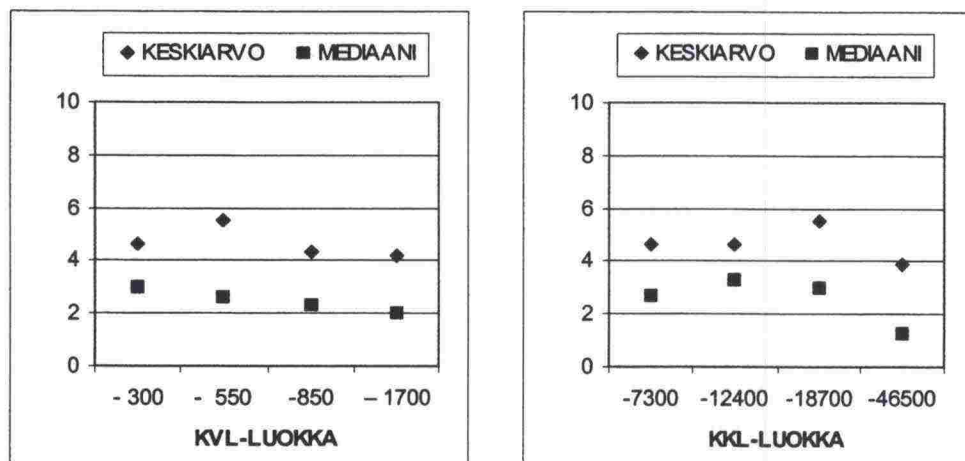


Kuva 24. Vauriosumman kasvunopeus d1200 taipuman suhteen PAB-teillä.

LIIKENNEKUORMITUS

Kuvassa 25 on esitetty vauriosumman muutosnopeus liikennekuormitusmuuttujittain. Aineisto on jaettu kvartaaleihin.

Kuormituskertaluku ja KVL eivät korreloi pituushalkeamien kasvunopeuden kanssa eikä niillä voi selittää muutosnopeutta.



Kuva 25. Vauriosumman kasvunopeus KVL- ja KKL-luokittain PAB-teillä.

Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 5 / 13.

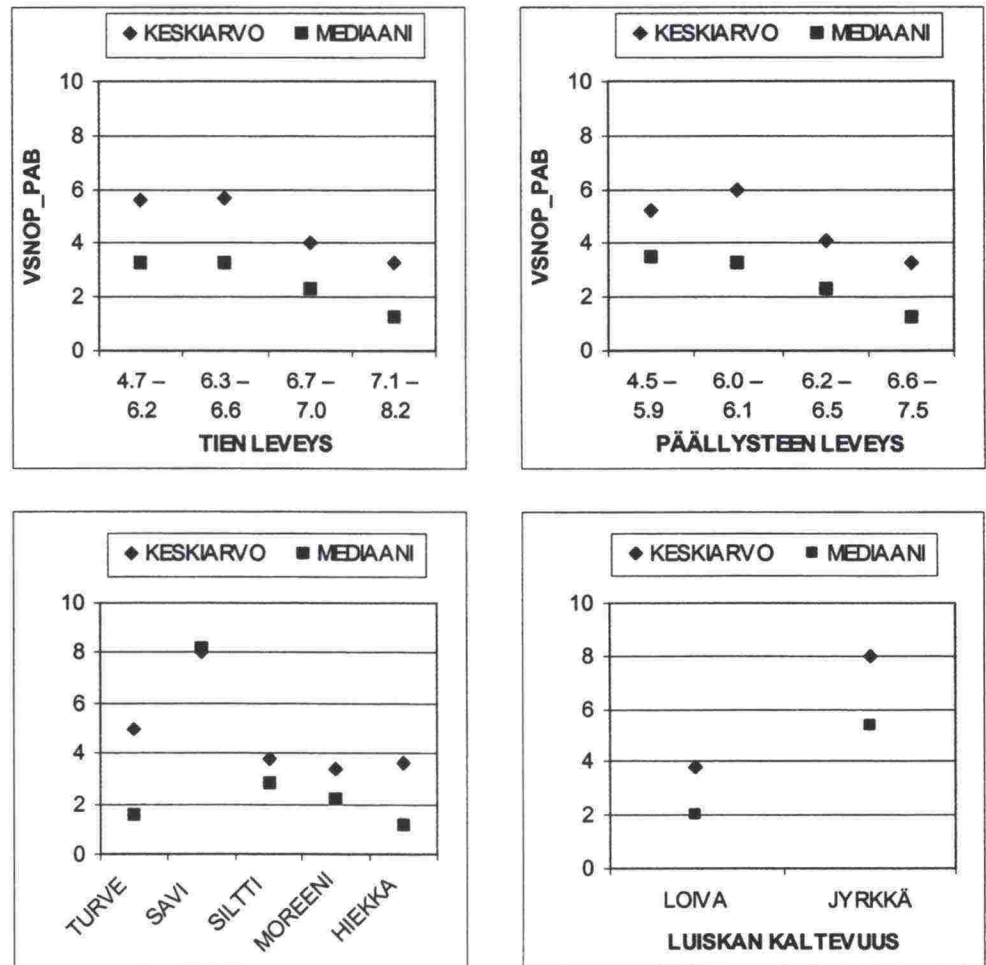
TIEN RAKENNE

Kuvassa 26 on esitetty vauriosumman muutosnopeus tien rakenne-muuttujittain. Aineisto on jaettu kuvissa kvartaaleihin.

Tien leveys ja päällysteen leveys korreloivat melko hyvin vauriosumman lisääntymisen kanssa ja trendi on looginen. Mitä leveämpi tie on, sitä hitaampaa vauriosumman kasvu on.

Pohjamaan maalaji korreloi osittain loogisesti vauriosumman muutoksen kanssa. Ongelmana on kuitenkin aineiston epätasapaino. Turve ja savi kohteita on vähän ja vastaavasti moreenikohteita on paljon. Savikoilla kasvunopeus on selvästi nopein. Turvekohteilla kasvunopeus on epäloogisen pieni.

Luiskan kaltevuus korreloi hyvin vauriosumman kasvunopeuden kanssa ja riippuvuus on looginen. Aineisto on epätasapainossa, sillä vain 10 % teistä on jyrkkäluiskaisia.



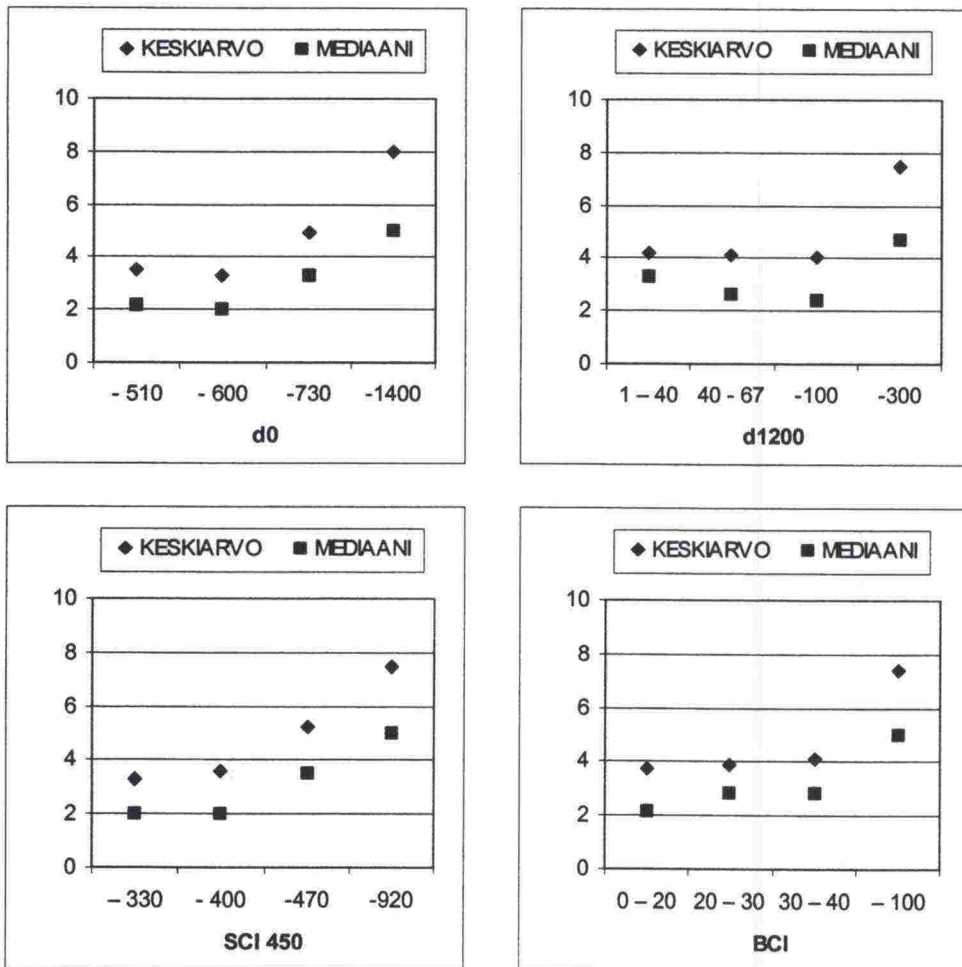
Kuva 26. Vauriosumman kasvunopeus tien leveys-, päällysteen leveys-, pohja- ja luiskan kaltevuus-luokittain PAB-teillä.

Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 5 / 13-14.

TAIPUMAMITTAUSTIEDOT

Kuvassa 27 on esitetty vauriosumman muutosnopeus pudotuspaino-laitemittausten taipumien ja taipumaerojen suhteen. Aineisto on jaettu kuvissa kvartaaleihin.

Päällysrakenteen yläosaa kuvaavat d0-taipuma ja SCI450 korreloivat vauriosumman kasvunopeuden kanssa melko hyvin ja riippuvuus on looginen. Suurempi taipuma indikoi nopeampaa vaurioitumista. Alusrakennetta kuvaavat d1200 ja BCI eivät korreloi yhtä hyvin vauriosumman kanssa kuin d0 ja SCI.



Kuva 27. Vauriosumman kasvunopeus d0-, d1200-, SCI450- ja BCI -luokittain PAB-teillä.

Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 5 / 14-15.

YHTEENVETO

Taulukossa 16 on esitetty luokitteleva yhteenveto selitettävien y-muuttujien ja yksittäisten selittävien x-muuttujien välisistä yhteyksistä. Karkea luokittelu sisältää seuraavat luokat:

- "+" muuttujien välillä on yhteys, eli y-muuttujan arvo muuttuu loogisesti x-muuttujan kvartaaliarvojen suhteen (esim. IRI:n kasvunopeus hidastuu tien leveyden kasvaessa).
- "0" y-muuttujan arvo ei muutu x-muuttujan kvartaaliarvon muuttuessa (esim. BCI:n arvon muutoksella ei ole vaikutusta IRI:n kasvunopeuteen).
- "-" muuttujien välillä ei ole yhteyttä, eli y-muuttujan arvon muuttuessa x-muuttujan kvartaaliarvot eivät muutu loogisesti (yhteys sekava).

Taulukko 16. Yhteenveto x- ja y-muuttujien välisistä yhteyksistä, PAB-tiet.

Muuttujat	IRI	HAR	PETA	VS	PIT
KVL	+	0	+	0	-
KKL	+	0	+	-	-
tien leveys	++	+-	+	+	-
päällysteen leveys	++	+-	+	+	0
pohjamaa	-	-	-	-	-
luiska	++	0	+	+	+
d0	++	+	0	+	0
d1200	0	-	0	0	0
SCI450	++	++	++	+	0
BCI	0	0	0	0	0

7.3 PAB-teiden vaurioitumismallit

Edellisissä luvuissa on aineistoa tarkasteltu yhden ja kahden muuttujan suhteen. Seuraava vaihe aineiston analysoinnissa on useamman muuttujan tarkastelut. Tarkastelut suoritettiin SAS tilasto-ohjelmalla, PROC REG proseduurilla, optiolla STEPWISE ja käyttäen merkitsevyystasokriteeriä 0.1 [SAS/STAT]. Taulukossa 17 on esitetty eri malleihin kvalifioituneet muuttujat sekä mallien selitysasteet ja havaintojen lukumäärät.

Taulukko 17. PAB-mallien muuttujat.

y-muuttujat	x-muuttujat	r ²	N
Δ IRI	= f (pakkassumma, päällysteen leveys, SCI450)	0,28	952
Δ harjanne	= f (päällysteen leveys, pakkassumma, SCI450)	0,25	844
Δ poikittainen epätasaisuus	= f (päällysteen leveys, pakkassumma, SCI450)	0,35	809
Δ pituushalkeamat	= f (KVL, pakkassumma, BCI)	0,11	538
Δ vauriosumma	= f (d0, pakkassumma, päällysteen leveys, BCI)	0,14	856

Mallit perustuvat aineistoon, jossa on mukana ainoastaan ne 100 metrin kohteet missä on suoritettu pudotuspainomittaus. Mikäli aineisto rajataan niihin kohteisiin mistä lisäksi tunnetaan luiskan kaltevuus ja maapohja su-

pistuu aineisto kolmannekseen esitetystä. Mallien selitysaste ei kuitenkaan parane lainkaan ($< 0,01$). Voidaan siis todeta, että kyseisellä aineistolla lisämuuttujat (luiskan kaltevuus ja maapohjaluokka) eivät lisänneet selitystasetta mihinkään viidestä edellä mainituista mallista.

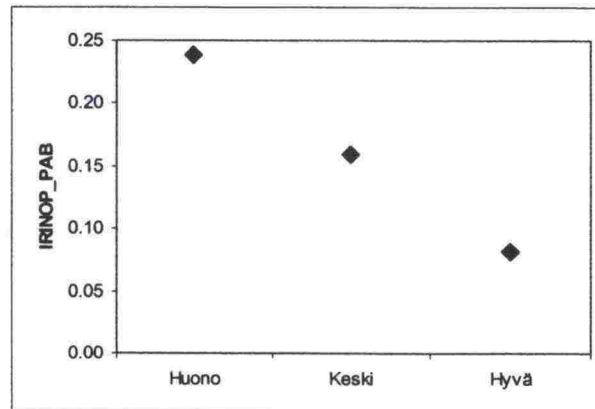
Malleille ei tässä esitetä kertoimia, koska mallien selitysasteet ovat niin heikot, että niitä ei sellaisenaan suositella käytettäväksi. Varsinaisten yhtälöiden esittäminen jää näin ollen odottamaan osavaiheen III sisäaineistoa, ja ne esitetään osavaiheen V raportissa, kuten alunperin oli suunniteltu.

Seuraavaksi on esitetty eri mallien loogisuuden arviointi esimerkkiaineistolla. Arviointiaineistoksi on valittu kaikille malleissa esiintyville muuttujille kolme tasoa (25% kvantiili-, 50% mediaani- ja 75% kvantiiliarvo). Raja-arvot saadaan kuin malleissa esiintyvän muuttujan aineisto ryhmitellään pienimmästä arvosta suurimpaan siten, että aineisto jakautuu havaintojen lukumäärältä neljään yhtä suureen ryhmään. Ryhmien raja-arvot ovat esitetty taulukossa 18.

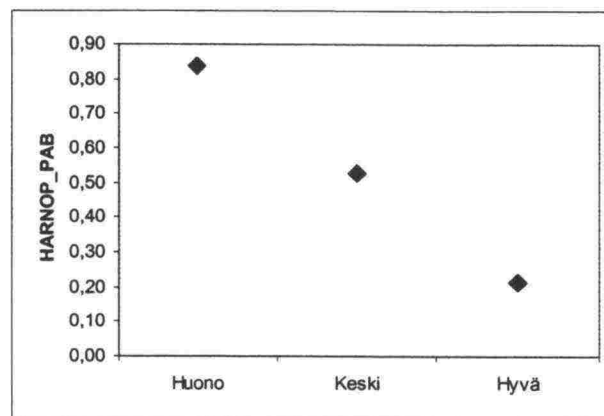
Taulukko 18. PAB-aineiston raja-arvot x-muuttujille.

x-muuttujat	25%-arvo	50%-arvo	75%-arvo
pakkassumma (h°C)	10000	20000	30000
päällysteen leveys (m)	6,0	6,5	7,0
SCI450 (μm)	500	400	320
d0 (μm)	790	630	500
BCI (μm)	50	30	20
KVL	900	600	300

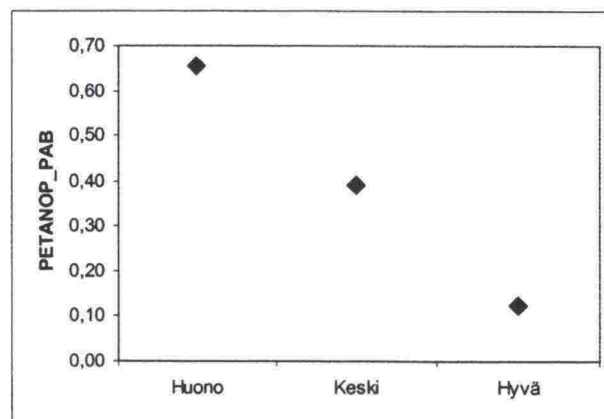
Aineistolla pyritään kuvaamaan kolmea erilaista "olosuhdetasoa" malleissa esiintyville muuttujille (huono, keskinkertainen ja hyvä). Kaikki malleissa esiintyvät muuttujat saavat siis joko huonoja olosuhteita, keskinkertaisia olosuhteita tai hyviä olosuhteita edustavat arvot, joille lasketaan kaikille kyseisille vauriotyypeille vaurioitumisnopeudet. Tavoitteena on tarkastella tuottavatko mallit oikeansuuntaisia ja loogisia tuloksia vaikka kyseisten mallien selitysasteet ovat niin huonot. Kuvissa 28 – 32 on esitetty eri mallien trendit.



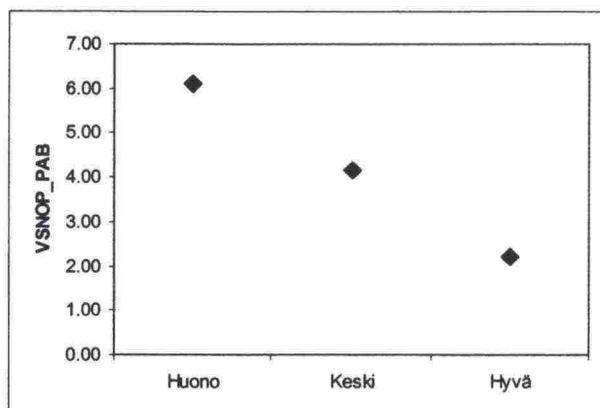
Kuva 28. IRI:n kasvunopeus PAB-teille.



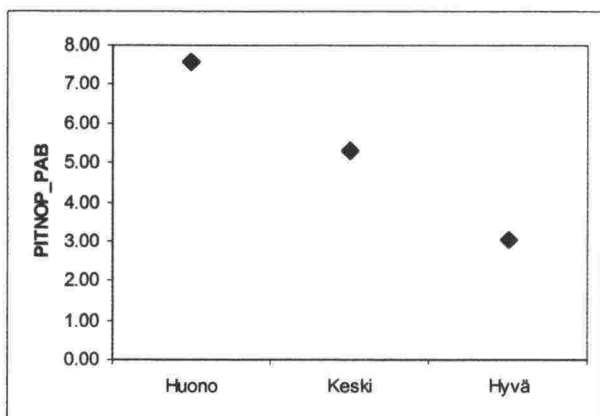
Kuva 29. Harjanteen kasvunopeus PAB-teillä.



Kuva 30. Poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeus PAB-teillä.



Kuva 31. Vauriosumman kasvunopeus PAB-teillä.



Kuva 32. Pituushalkeamien kasvunopeus PAB-teillä.

Kuvista 28 – 32 voidaan todeta, että kaikki viisi mallia käyttäytyvät loogisesti. Kaikissa malleissa kyseisten vaurioiden kasvunopeudet ovat pienimmät hyvissä olosuhteissa ja suurimmat huonoissa olosuhteissa.

8 AINEISTON ANALYSOINTI, AB-TIET

8.1 Yhden muuttujan tarkastelut

Seuraavassa on esitetty analysoinnissa käytetyn aineiston kuvaus. Ensin on esitetty mallinnettavat y-muuttujat ja niiden määritelmät. Tämän jälkeen selittäjinä käytetyt x-muuttujat seuraavan ryhmittelyn mukaan:

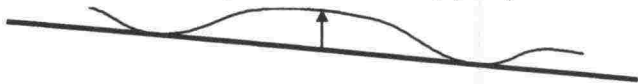
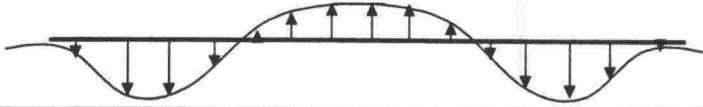
- liikennekuormitus
- tien rakenne ja ilmasto
- taipumamittaukset.

Muuttujista on esitetty jakauman mediaani sekä keskiarvo raportin tekstiosassa ja yksityiskohtaiset tilastolliset tunnusluvut liitteessä 6.

8.1.1 Kunnan kehittymisen kasvunopeudet

Analysoinnin tavoitteena oli etsiä yhteyksiä tien kunnan kehittymistä kuvaavien muuttujien ja kunnan kehittymistä selittävien muuttujien välille. Tien kuntoa kuvataan tässä yhteydessä pitkittäisellä epätasaisuudella, poikittaisella epätasaisuudella sekä päällysteen halkeilulla. Näitä tulisi projektin ensimmäisen osavaiheen hypoteesien mukaan kuvata IRI:n kasvunopeudella, harjanteen kasvunopeudella ja pituushalkeamien kasvunopeudella [Osavaihe I]. Näiden muuttujien lisäksi tarkasteltiin poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeutta ja vauriosumman kasvunopeutta. Taulukossa 19 on esitetty analysoinnissa käsitellyt y-muuttujat sekä niiden määritelmät ja taulukossa 20 on esitetty y-muuttujien kasvunopeuksien laskentatavat.

Taulukko 19. Selitettävien muuttujien (y-muuttujat) määritelmät.

Y-muuttuja	Määritelmä
Pitkittäinen epätasaisuus	IRI "International Roughness Index", (mm/m).
Harjanne	Ajourien välisen harjanteen korkeus, (mm) 
Poikittainen epätasaisuus	Mittausantureiden lukemien poikkeamien (perustasta) itseisarvojen keskiarvo, (mm). 
Pituushalkeamat	Keskisaumahalkeamien ja pituushalkeamien summa, (m).
Vauriosumma	Tielaitoksen kuntorekisterissä (Kurre) oleva vauriosumma, (m ²).

Taulukko 20. Selitettävien muuttujien (y-muuttujat) kasvunopeuksien laskentatavat.

Y-muuttuja	Muoto	Laskentatapa (laskennassa käytetty vuoden 1999 arvoja)
Pitkittäinen epätasaisuus	Lineaarinen	$(IRI - 1,5) / \text{Päällysteen ikä}$
Harjanne	Lineaarinen	$(\text{Harjanteen korkeus} - 3) / \text{Päällysteen ikä}$
Poikittainen epätasaisuus	Lineaarinen	$(\text{Poikittainen epätasaisuus} - 1) / \text{Päällysteen ikä}$
Pituushalkeamat	Lineaarinen	$\text{Pituushalkeamat} / \text{Päällysteen ikä}$
Vauriosumma	Lineaarinen	$\text{Vauriosumma} / \text{Päällysteen ikä}$

PAB kohteiden y-muuttujien mediaanit ja keskiarvot on esitetty taulukossa 21 ja yksityiskohtaiset tilastolliset tunnusluvut liitteessä 6. [SAS Procedures Guide]

Taulukko 21. Selitettävien muuttujien kasvunopeuksien mediaanit ja keskiarvot.

Muuttuja (kasvunopeus)	Mediaani	Keskiarvo
Pitkittäinen epätasaisuus, IRI (mm/m / a)	0,10	0,14
Harjanne (mm / a)	0,65	0,80
Poikittainen epätasaisuus (mm / a)	0,25	0,32
Pituushalkeamat (m / a)	4,80	4,80
Vauriosumma (m ² / a)	1,50	2,40

8.1.2 Liikennekuormitus

Liikennekuormitustiedot perustuvat vuoden 1999 tierekisteritietoihin. Kevytpäällysteet tietopankkiin on tallennettu kohteiden keskivuorokausiliikennemäärät, raskaan liikenteen %-osuus ja vuotuinen kuormituskertaluku. Taulukossa 22 on esitetty KVL ja KKL.

Taulukko 22. Kohteiden liikennetietojen mediaanit ja keskiarvot.

Päällystetyyppi	Mediaani	Keskiarvo
Keskivuorokausiliikenne, KVL	1174	1185
Kuormituskertaluku, KKL	37391	33954

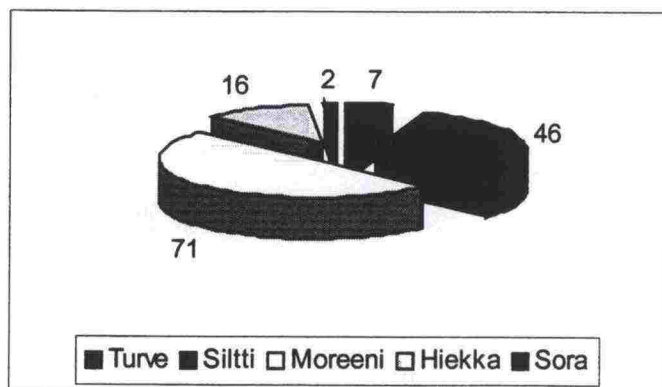
8.1.3 Tien rakenne ja ilmasto

Tietopankissa ei vielä projektin tässä vaiheessa ole tietoa tien rakennekerrosten paksuuksista. Tämä tieto on tarkoitus hankkia projektin osavaiheessa III maatutkan avulla. Tien rakenteesta on tällä hetkellä tallennettu tietopankkiin tierekisteriin perustuvat tiedot päällystelajista, toimenpidehistoriasta ja rakenteen leveystiedoista (tien, päällysteen, ajoradan ja pientareen leveys). Taulukossa 23 on esitetty päällysteen ikä vuonna 1999, tien leveys ja päällysteen leveys.

Taulukko 23. Kohteiden leveystietojen mediaanit ja keskiarvot.

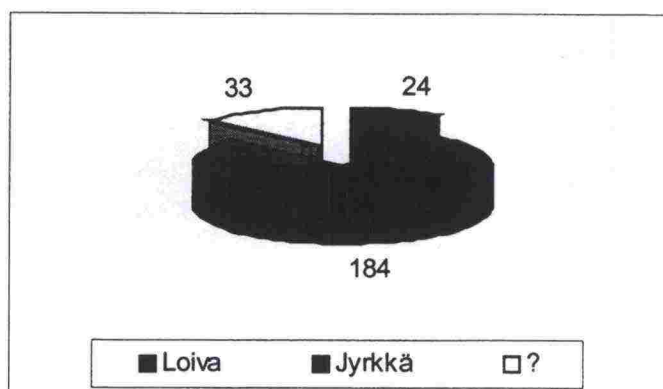
Päällystetyyppi	Mediaani	Keskiarvo
Tien leveys (m)	7,7	7,5
Päällysteen leveys (m)	7,0	7,1
Päällysteen ikä vuonna 1999	10	10

Luvussa 5.2 esitetyllä tavalla selvitettiin kohteen pohjamaaluokka GTK:n maaperäkartoista ja peruskartoista. Pohjamaaluokan jakautuminen on esitetty kuvassa 33. Kuten kuvasta voi todeta on valtaosa kohteista saanut moreeniluokituksen. Kaikki moreenit on luokiteltu samaan luokkaan johtuen karttojen laadusta, joka teki tarkemman luokittelun mahdottomaksi.



Kuva 33. Kohteiden pohjamaaluokkajakaumat.

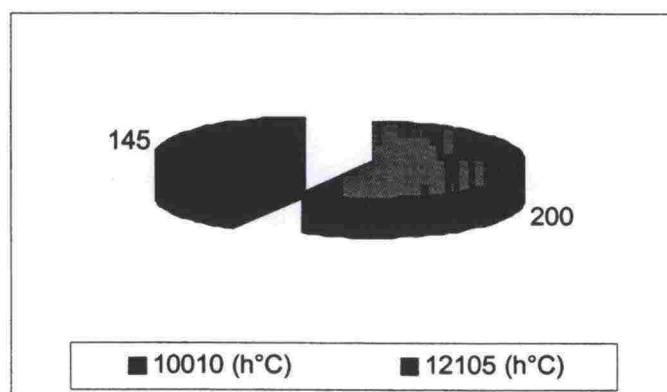
VTT:n PTM mittauksen yhteydessä suoritettiin kohteiden videointi. Videonauhasta tulkittiin luistan kaltevuutta (luku 5.3), joka luokiteltiin aluksi kolmeen luokkaan (loiva, keskinkertainen ja jyrkkä). Koska tulokinnan tuloksena aineistosta noin 90% luokiteltiin luokkaan loiva, päätettiin kaksi muuta luokkaa yhdistää. Kuvassa 34 on esitetty kohteiden jakautuminen luiskankaltevuuden perusteella. Kuvassa esiintyvä ?-ryhmä esittää kohteiden lukumäärää, joita ei videokuvan perusteella voitu tulkita.



Kuva 34. Kohteiden luiskankaltevuusjakaumat.

Kohteet on valittu kolmelta eri ilmastoalueelta yhteensä kuuden tiemestari-piirin alueelta (valintakriteerit esitetty luvussa 4). Tämä ei kuitenkaan ilmastollisesti johtanut kuin kolmeen eri pakkassummaan. Analyysissä käytetty

pakkassumma on vuosien 1991 – 1999 keskiarvo. Kolmen ryhmän arvot ja kohteiden lukumäärän jakautuminen on esitetty kuvassa 35.



Kuva 35. Kohteiden pakkassummajakaumat.

8.1.4 Taipumamittaukset

Taipumamittausaineisto perustuu kuntorekisteriaineistoon (Kurre). Tieverkolla on suoritettu yksi taipumamittaus pudotuspainolaitteella keskimäärin 500 metrin välein (noin viidenneksellä aineiston kohteista). Tämä aineisto tulee tarkentumaan jatkossa kun osavaiheen III mittaustulokset saadaan käyttöön. Taulukossa 24 on esitetty aineiston mediaanit ja keskiarvot keskitaipumalle (d0) ja etäisimmälle anturille (d1200) sekä taipumaerotuksille SCI450 (d0-d450) ja BCI (d900-d1200).

Taulukko 24. Kohteiden taipumatietojen mediaanit ja keskiarvot.

Päällystetyyppi	Mediaani	Keskiarvo
Keskitaipuma_d0 (µm)	500	520
Taipuma_d1200 (µm)	85	88
Taipumaero_SCI450 (µm)	280	289
Taipumaero_BCI (µm)	30	34

8.2 Kahden muuttujan tarkastelut

Analysointiprosessin kolmannessa vaiheessa tehtiin kahden muuttujan (x-y pari) väliset tarkastelut. Tässä luvussa tarkastelut on esitetty y-muuttujittain. Jokaiselle selitettävälle muuttujalle tehtiin tarkastelu seuraavien selittävien muuttujien mukaan :

- Liikennekuormitus : KVL, KKL
- Rakennetiedot : tien- ja päällysteen leveys, pohjamaa, luiska
- Taipumamittaukset : d0- ja d1200-taipuma, SCI, BCI
- Ilmastoalue

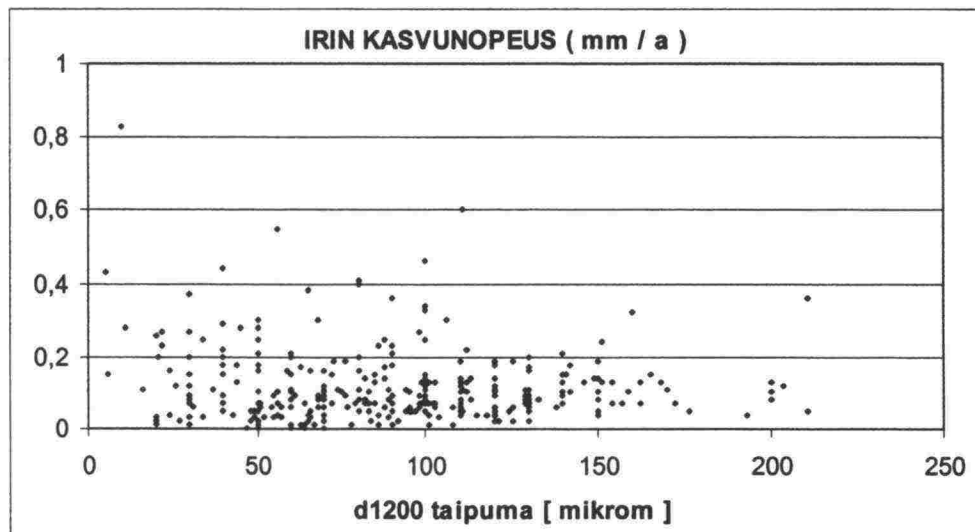
Kaikki x-y kuvat on esitetty liitteessä 7. Tässä luvussa on esitetty kunkin y-muuttujan kohdalla yksi x-y kuva, joista näkyy aineiston suuri hajonta. Koska x-y pisteparvesta ei ole havaittavissa selvää korrelaatiota ja pisteiden suuri määrä vaikeuttaa johtopäätöksen tekemistä, päätettiin aineistoa tarkastella jakamalla se neljään kvartaaliin. Kvartaaleihin jaossa aineisto jaetaan ensiksi kahtia ja sen jälkeen puolikas aineisto jaetaan vielä kahtia.

8.2.1 IRI, Pituussuuntainen epätasaisuus

Hypoteesin mukaan pituussuuntainen epätasaisuus kevytpäällysteisillä teillä pääasiassa routanousujen epätasaisuudesta ja/tai alusrakenteen painumisesta. Raskaan liikenteen määrä ja mahdollisesti myös päällysrakenteen yläosan ominaisuudet vaikuttavat pituussuuntaisen epätasaisuuden lisääntymiseen. [Osavaihe I]

Kuvassa 36 on esitetty IRI:n kasvunopeus d1200 taipuman suhteen. Taipumalla d1200 on katsottu olevan yhteys routimisen kanssa. Tämä aineiston mukaan korrelaatio on huono. Aineistossa PPL-mittauksia on kuitenkin vain keskimäärin yksi piste 500 m välein. Muiden x-muuttujien kuvat on esitetty liitteessä 7. Kaikkien muuttujien korrelaatio on huono selittämään IRI:n kasvunopeutta.

AB-teillä IRI:n kasvunopeuden mediaani vuodessa on 0,10 mm/m. Nopeuden aritmeettinen keskiarvo on 0,14 mm/m ja keskihajonta 0,14 mm/m. Aineiston koko (N) on 1194 havaintoa.

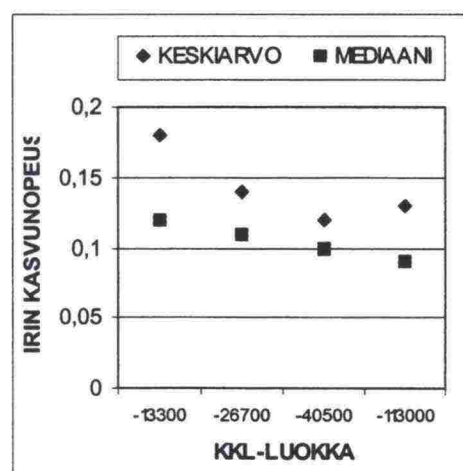
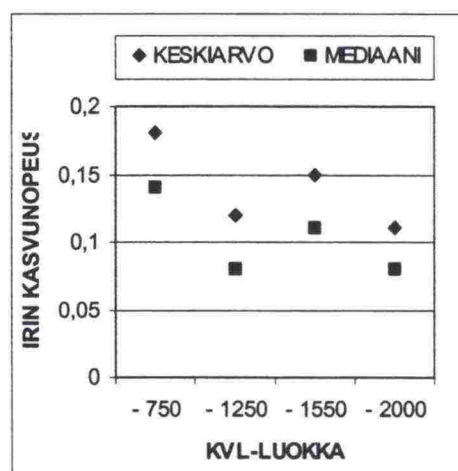


Kuva 36. IRI:n kasvunopeus d1200 taipuman suhteen AB-teillä

LIIKENNEKUORMITUS

Kuvassa 37 on esitetty pituussuuntaisen epätasaisuuden muutosnopeus liikennekuormitusmuuttujittain. Aineisto on jaettu kvartaaleihin.

Kuormituskertaluku ja IRI:n kasvunopeus korreloivat, kun tarkastellaan kvartaalien mediaaneja. Trendi on kuitenkin erittäin loiva ja aineiston hajonnat erittäin suuria. Kun kuormituskertaluku on pieni, IRI:n kasvunopeus on suurempi. Tämä johtunee mitoituskäytännöstä. IRI:n kasvunopeus ei riipu KVL:n määrästä eikä KVL:llä voi selittää IRI:n kasvunopeutta.



Kuva 37. IRI:n kasvunopeus KVL- ja KKL-luokittain AB-teillä.

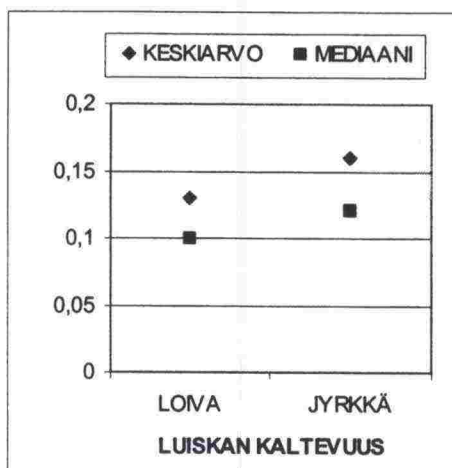
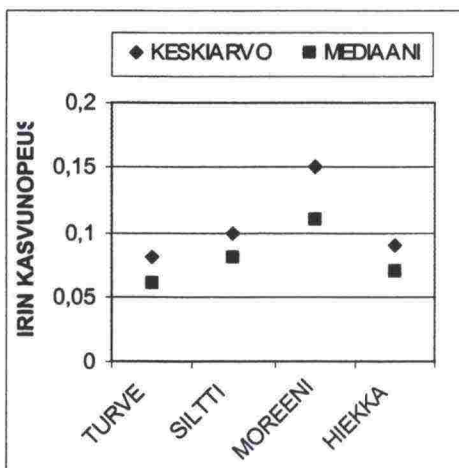
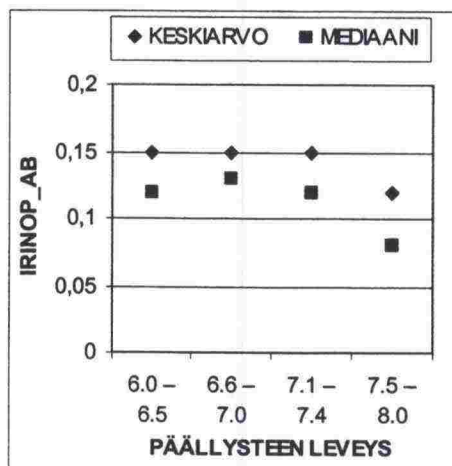
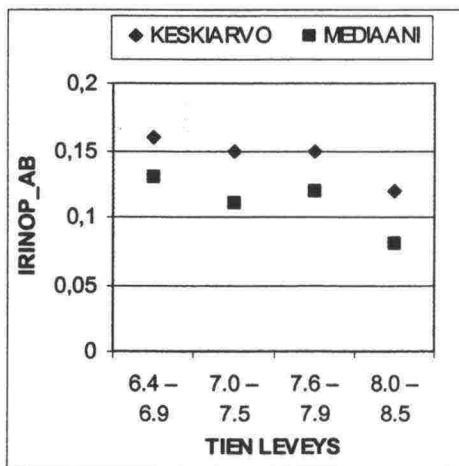
Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 8 / 1.

TIEN RAKENNE

Kuvassa 38 on esitetty pituussuuntaisen epätasaisuuden muutosnopeus tien rakennemuuttujittain. Aineisto on jaettu kuvissa kvartaaleihin.

Tien leveys, päällysteen leveys ja pohjamaan maalaji eivät korreloi hyvin IRI:n muutoksen kanssa.

Luiskan kaltevuus korreloi loogisesti IRI:n kasvunopeuden kanssa, mutta mediaanien välinen ero on pieni. Jyrkkäluiskasilla (pienempi kuin 1:3) teillä IRI kasvaa nopeammin kuin loivaluiskaisilla teillä. Aineisto on epätasapainossa, sillä vain 10 % teistä on jyrkkäluiskaisia.



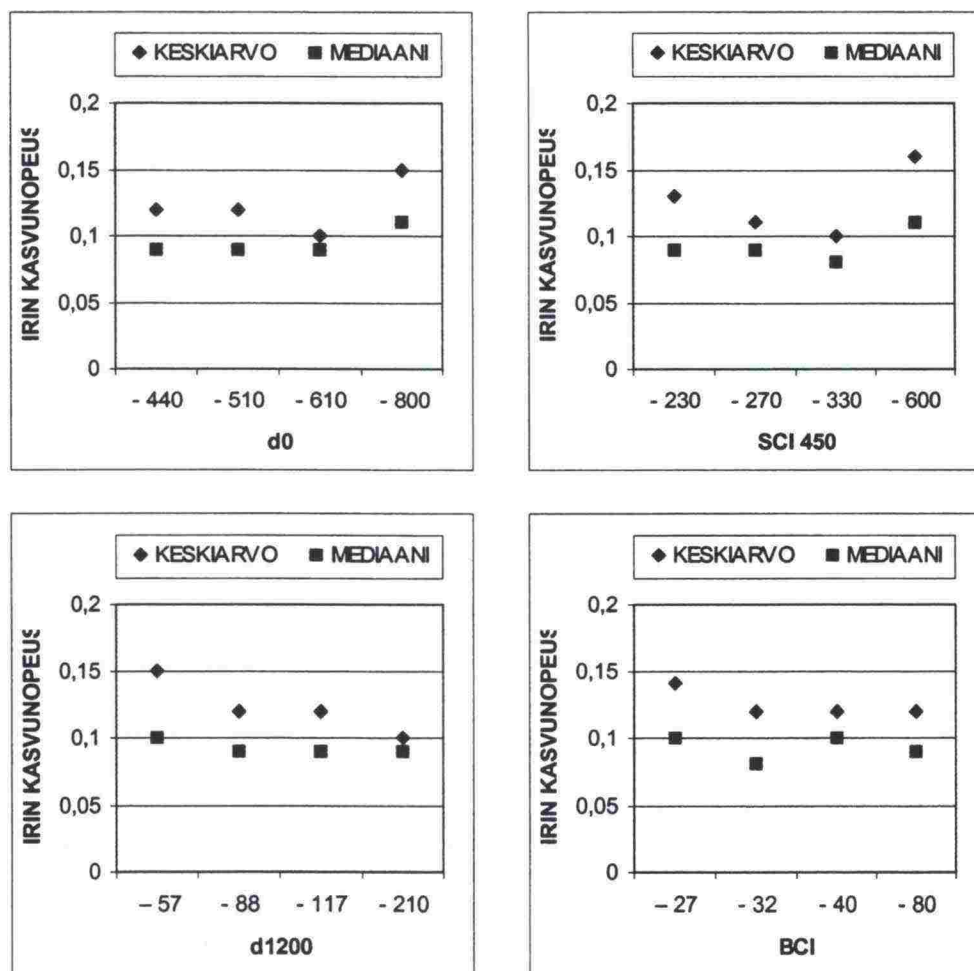
Kuva 38. IRI:n kasvunopeus tien leveys-, päällysteen leveys-, pohjamaa- ja luiskan kaltevuus-luokittain AB-teillä.

Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 8 / 1 -2.

TAIPUMAMITTAUKSET

Kuvassa 39 on esitetty pituussuuntaisen epätasaisuuden muutosnopeus pudotuspainolaitemittausten taipumien ja taipumaerojen suhteen. Aineisto on jaettu kuvissa kvartaaleihin.

Mikään taipuma/-ero muuttujista ei korreloinut pituussuuntaisen epätasaisuuden muutoksen kanssa.



Kuva 39. IRI:n kasvunopeus d0-, d1200-, SCI450- ja BCI-luokittain AB-teillä.

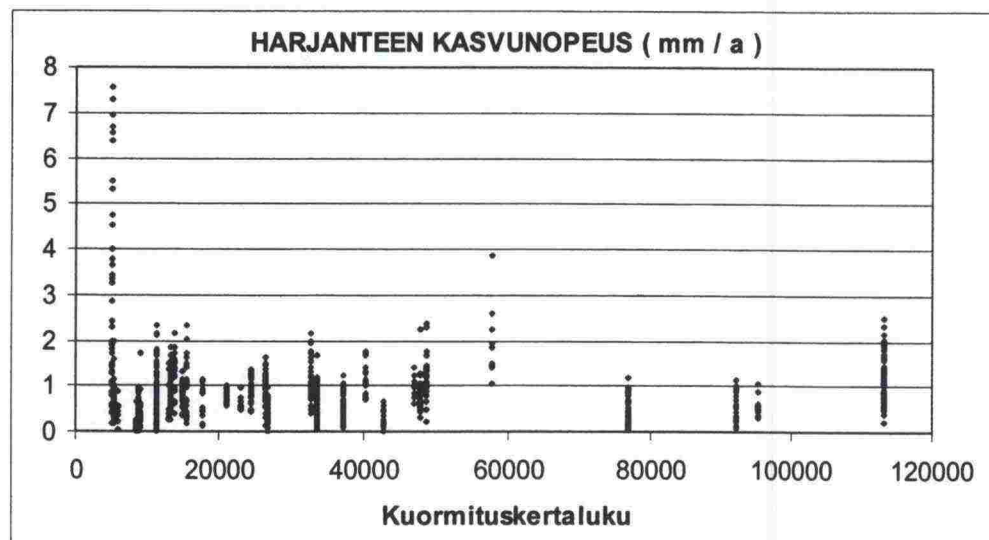
Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 8 / 2-3.

Harjanne

Hypoteesin mukaan poikkisuuntaisen epätasaisuuden lisääntymisen perussyynä on liikennekuormitus kevytpäälysteisillä teillä. Toissijaisina syinä ovat routanousujen epätasaisuus ja hitaasti tapahtuva pohjamaan viruminen. Hyvin huomattava osa kevytpäälysteisten teiden poikkisuuntaisesta epätasaisuudesta on seurausta heikkolaatuisesta ja epähomogeenisista sitomattomista rakennekerroksista ja alusrakenteesta tapahtuvista pysyvistä muodonmuutoksista. [Osavaihe I]

Kuvassa 40 on esitetty harjanteen kasvunopeus kuormituskertaluvun suhteen. Tämä aineiston mukaan korrelaatio harjanteen muutoksen ja kuormituskertaluvun välillä on huono. Muiden x-muuttujien kuvat on esitetty liitteessä 7. Kaikkien muuttujien korrelaatio on huono selittämään harjanteen kasvunopeutta.

AB-teillä harjanteen kasvunopeuden mediaani on 0,65 mm / a. Nopeuden aritmeettinen keskiarvo on 0,80 mm / a ja keskihajonta 0,70 mm / a. Aineiston koko (N) on 1246 havaintoa.

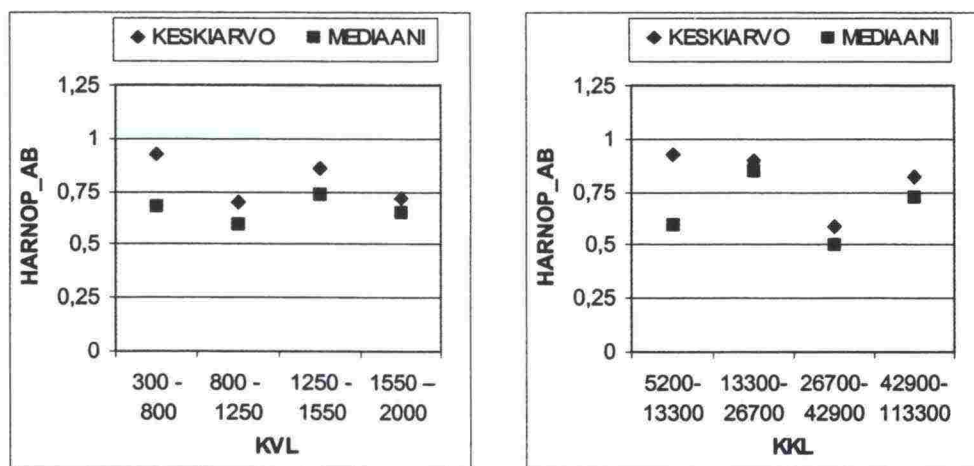


Kuva 40. Harjanteen kasvunopeus kuormituskertaluvun suhteen AB-teillä.

LIIKENNEKUORMITUS

Kuvassa 41 on esitetty harjanteen korkeuden muutosnopeus liikennekuormitusmuuttujittain. Aineisto on jaettu kvartaaleihin.

Harjanteen korkeuden kasvunopeus ja liikennekuormitusmuuttujat eivät korreloi. Kaikkien kvartaalien mediaanit ovat hyvin lähellä koko aineiston mediaania.



Kuva 41. Harjanteen kasvunopeus KVL- ja KKL-luokittain AB-teillä.

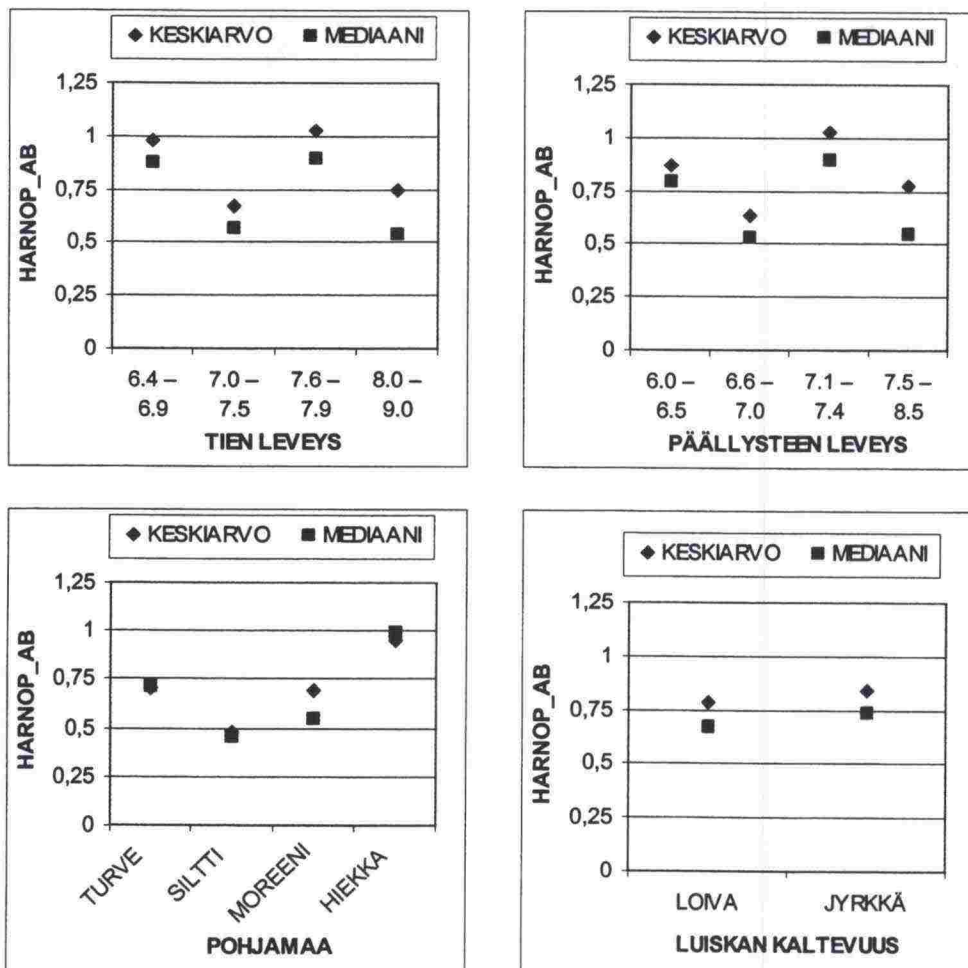
Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 8 / 4.

TIEN RAKENNE

Kuvassa 42 on esitetty harjanteen korkeuden muutosnopeus tien rakenne-
muuttujittain. Aineisto on jaettu kuvissa kvartaaleihin.

Tien leveys, päällysteen leveys ja pohjamaan maalaji eivät korreloi harjanteen korkeuden kasvunopeuden kanssa.

Jyrkkäluiskasilla ja loivaluiskaisilla teillä harjanteen kasvunopeuden mediaanit ovat yhtä suuret.



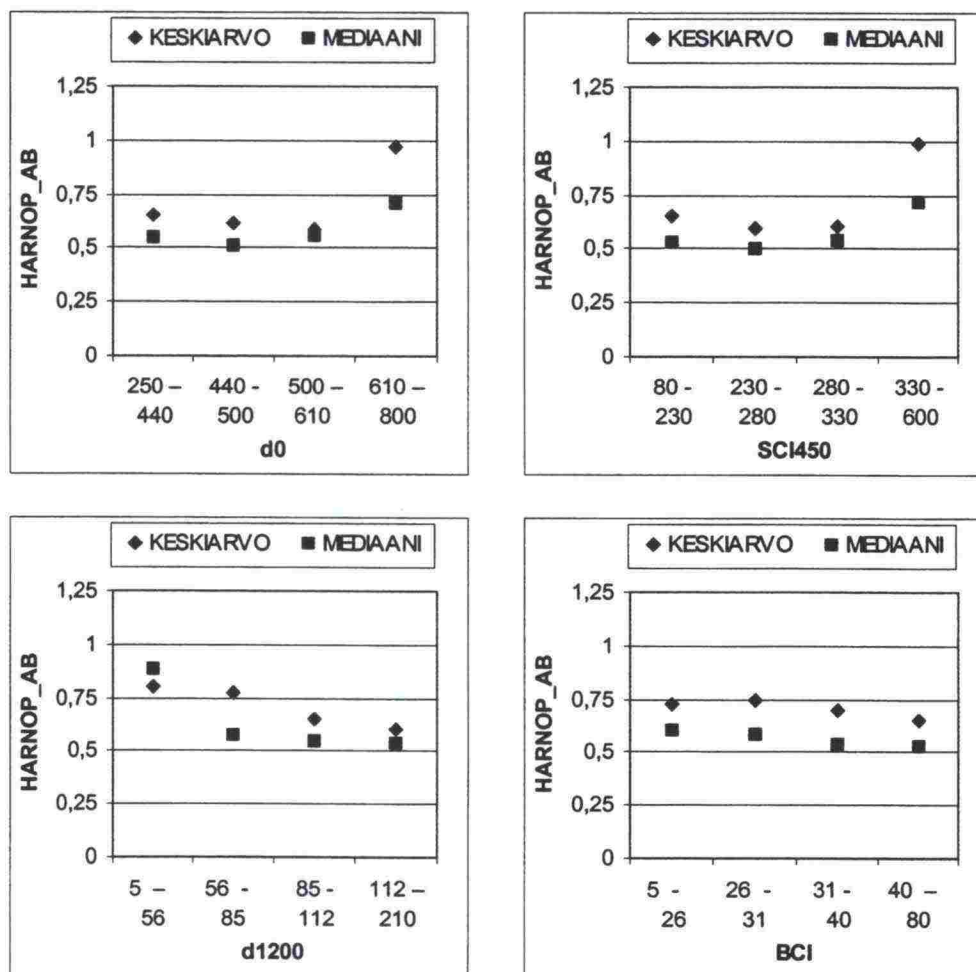
Kuva 42. Harjanteen kasvunopeus tien leveys-, päällysteen leveys-, pohjamaa- ja luisan kaltevuus-luokittain AB-teillä

Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 8 / 4-5.

TAIPUMAMITTAUKSET

Kuvassa 43 on esitetty harjanteen korkeuden muutosnopeus pudotuspainolaitemittausten taipumien ja taipumaerojen suhteen. Aineisto on jaettu kuvissa kvartaaleihin.

Mikään taipuma/-ero muuttujista ei korreloinut loogisesti pituussuuntaisen epätasaisuuden muutoksen kanssa. Alusrakennetta kuvaavat d1200 ja BCI ovat epäloogisia harjanteen kasvunopeuden suhteen, sillä pieni taipuma indikoi suurempaa kasvunopeutta.



Kuva 43. Harjanteen kasvunopeus d0-, d1200-, SCI450- ja BCI-luokittain AB-teillä

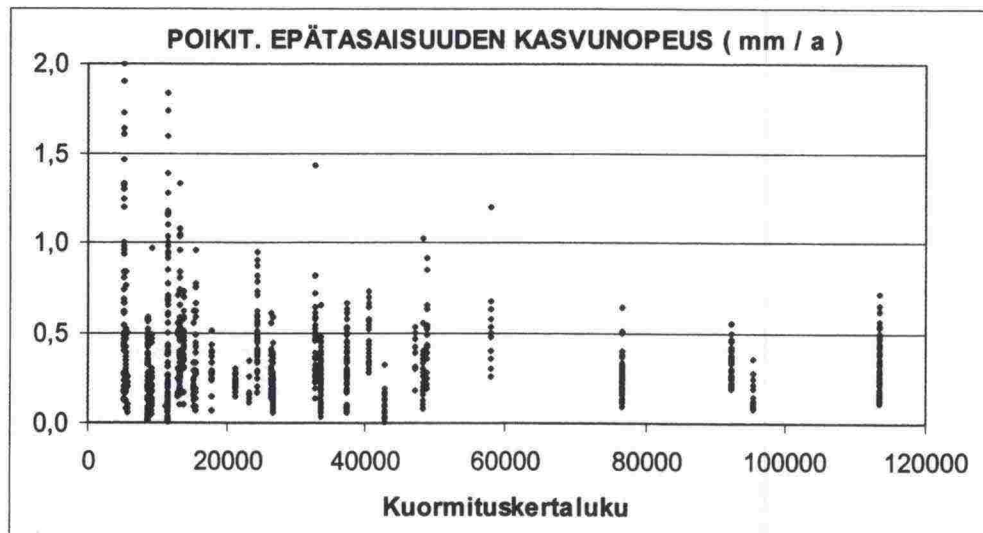
Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 8 / 5-6.

8.2.2 Poikittainen epätasaisuus

Hypoteesin mukaan poikkisuuntaisen epätasaisuuden lisääntymisen perussyynä on liikennekuormitus kevytpäällysteisillä teillä. Toissijaisina syinä ovat routanousujen epätasaisuus ja hitaasti tapahtuva pohjamaan viruminen. Hyvin huomattava osa kevytpäällysteisten teiden poikkisuuntaisesta epätasaisuudesta on seurausta heikkolaatuisesta ja epähomogeenisista sitomattomissa rakennekerroksissa ja alusrakenteessa tapahtuvista pysyvistä muodonmuutoksista. [Osavaihe I]

Kuvassa 44 on esitetty poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeus kuormituskertaluvun suhteen. Tämä aineiston mukaan korrelaatio harjanteen muutoksen ja kuormituskertaluvun välillä on huono. Muiden x-muuttujien kuvat on esitetty liitteessä 7. Kaikkien muuttujien korrelaatio on huono selittämään poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeutta.

AB-teillä poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeuden mediaani on 0,25 mm / a. Nopeuden aritmeettinen keskiarvo on 0,32 mm / a ja keskihajonta 0,27 mm / a. Aineiston koko (N) on 1245 havaintoa.

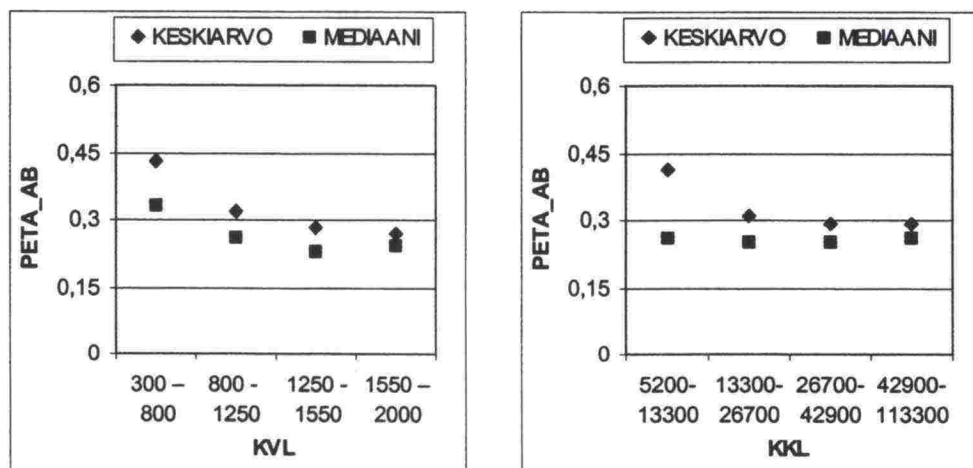


Kuva 44. Poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeus kuormituskertaluvun suhteen AB-teillä.

LIIKENNEKUORMITUS

Kuvassa 45 on esitetty poikkisuuntaisen epätasaisuuden muutosnopeus liikennekuormitusmuuttujittain. Aineisto on jaettu kuvissa kvartaaleihin.

Poikkisuuntaisen epätasaisuuden kasvunopeus ja kuormituskertaluku korreloivat heikosti. Suuremmalla kuormituskertaluvulla on pienempi harjanteen kasvunopeus, joka johtunee mitoituksista.



Kuva 45. Poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeus KVL- ja KKL-luokittain AB-teillä.

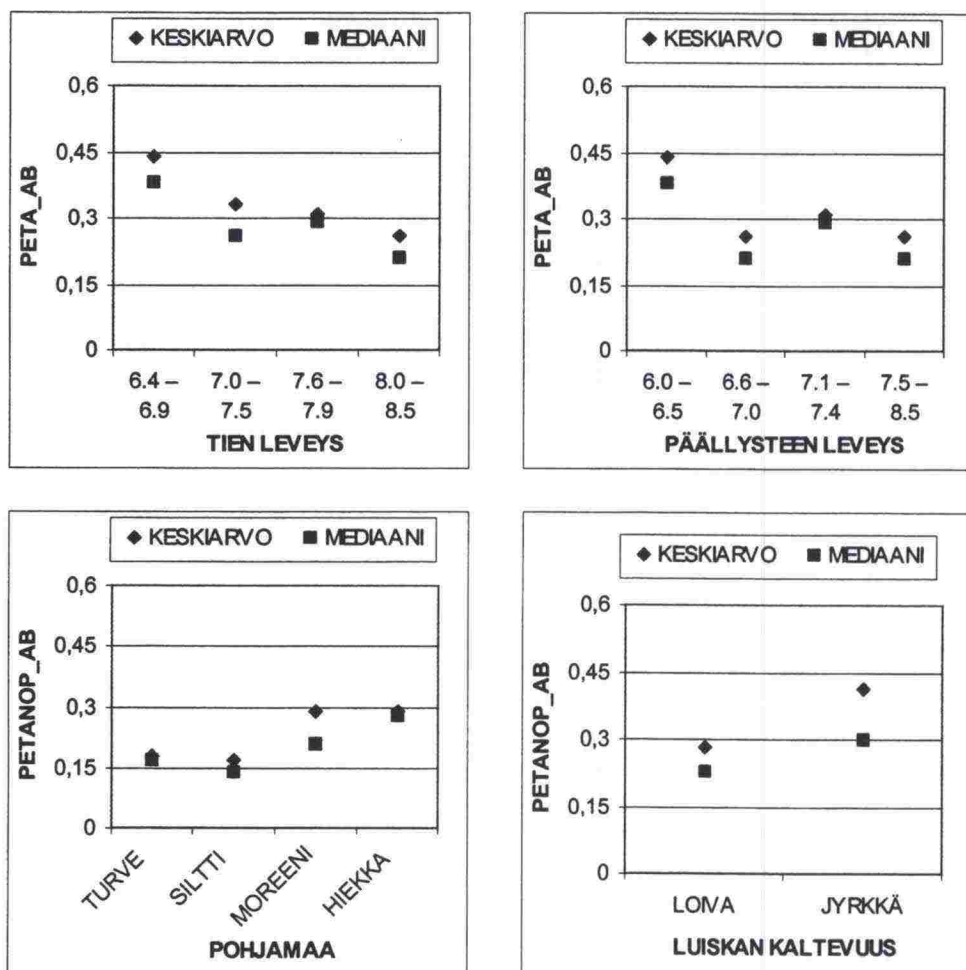
Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 8 / 7.

TIEN RAKENNE

Kuvassa 46 on esitetty poikittaisen epätasaisuuden muutosnopeus tien rakennemuuttujittain. Aineisto on jaettu kuvissa kvartaaleihin.

Tien leveys korreloi poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeuden kanssa. Kapeilla teillä epätasaisuus lisääntyy huomattavasti nopeammin kuin leveillä teillä.

Päällysteen leveys, luiskan kaltevuus ja pohjamaan maalaji eivät korreloi harjanteen korkeuden kasvunopeuden kanssa.



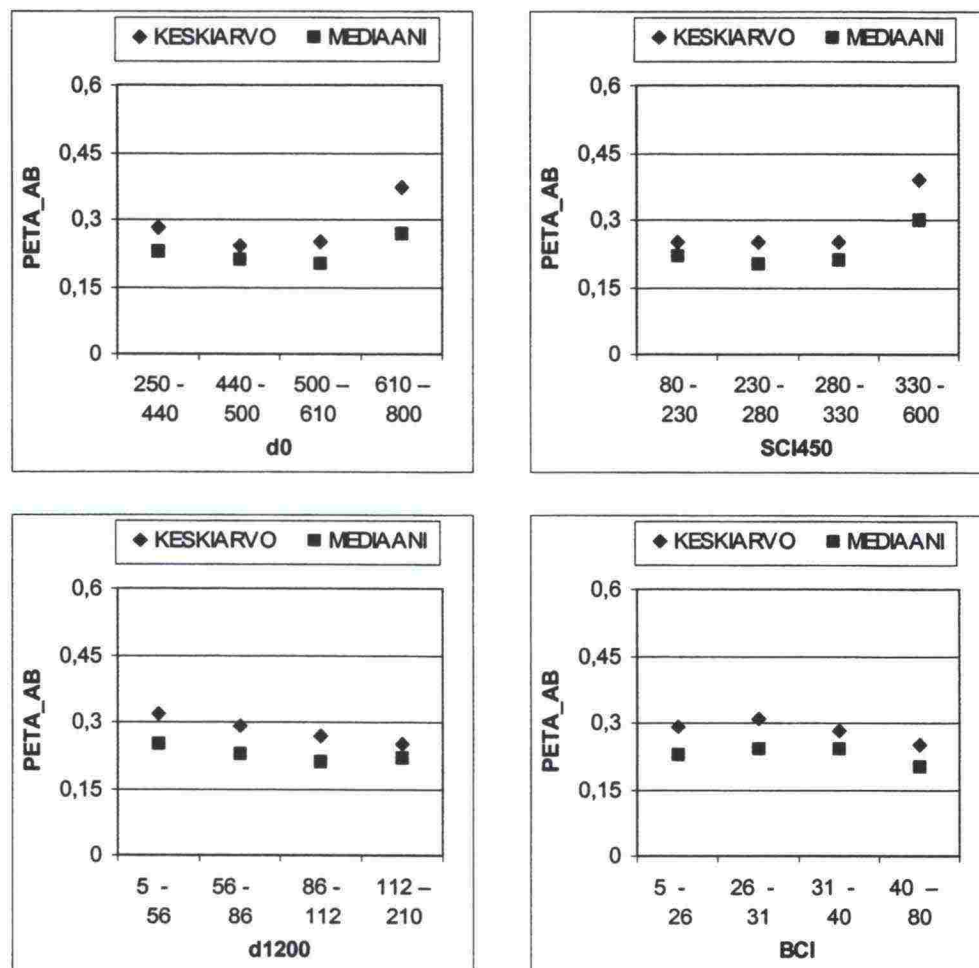
Kuva 46. Poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeus tien leveys-, päällysteen leveys-, pohjamaa- ja luiskan kaltevuus-luokittain AB-teillä

Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 8 / 7-8.

TAIPUMAMITTAUKSET

Kuvassa 47 on esitetty poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeus pudotuspainolaitemittausten taipumien ja taipumaerojen suhteen. Aineisto on jaettu kuvissa kvartaaleihin.

Mikään taipuma/-ero muuttujista ei korreloinut loogisesti pituussuuntaisen epätasaisuuden muutoksen kanssa. Alusrakennetta kuvaavat d1200 ja BCI ovat epäloogisia harjanteen kasvunopeuden suhteen, sillä pieni taipuma indikoi suurempaa kasvunopeutta.



Kuva 47. Poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeus d0-, d1200-, SCI450- ja BCI-luokittain AB-teillä.

Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 8 / 8-9.

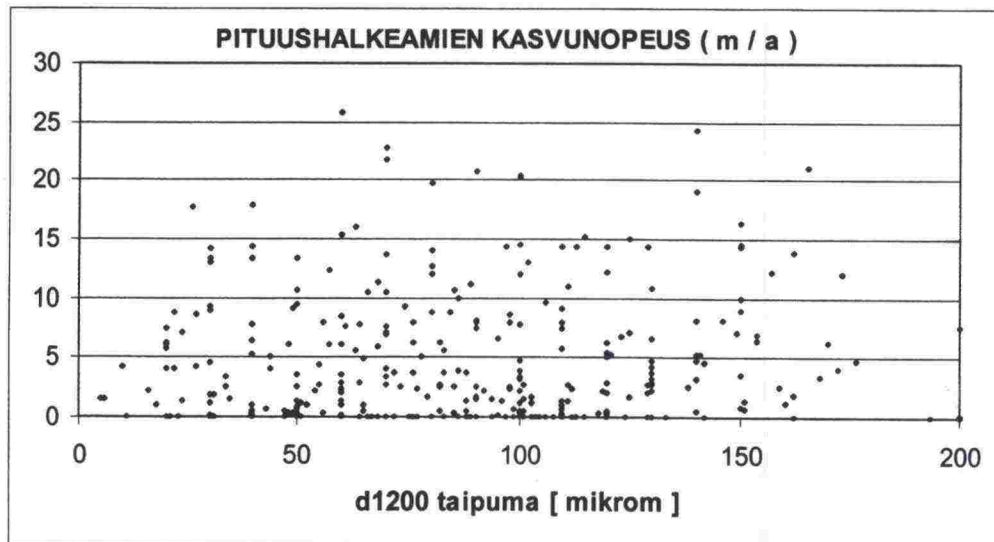
8.2.3 Pituussuuntaiset halkeamat

Hypoteesin mukaan roudan aiheuttamat halkeamat ovat pääosin pituussuuntaisia halkeamia. Pituushalkeamat johtuvat pääasiassa epätasaisesta routanoususta tien poikkisuunnassa, jolloin päällysrakenteen yläosaan syntyy vetorasituksia. Ajokaistahalkeamia esiintyy tyypillisesti tiekohtissa, missä rakenne sisältää jonkinlaisen epäjatkuvuuskohdan, jossa routanousuerot ovat paikallisesti huomattavia. Selvimpänä edellytyksenä pituushalkeamien muodostumiselle on riittävä routanousuero tien keski- ja reunaosien välillä. [Osavaihe I]

Kuvassa 48 on esitetty pituushalkeamien kasvunopeus d1200 taipuman suhteen. Tämä aineiston mukaan korrelaatio on huono. Aineistossa PPL-mittauksia on kuitenkin vain keskimäärin yksi piste 500 m välein. Muiden x-

muuttujien kuvat on esitetty liitteessä 7. Kaikkien muuttujien korrelaatio on huono selittämään pituushalkeamien kasvunopeutta.

AB-teillä pituushalkeamien kasvunopeuden mediaani on 4,8 m/a. Nopeuden aritmeettinen keskiarvo on 6,8 m/a ja keskihajonta 6,6 m/a. Aineiston koko (N) on 901 havaintoa.

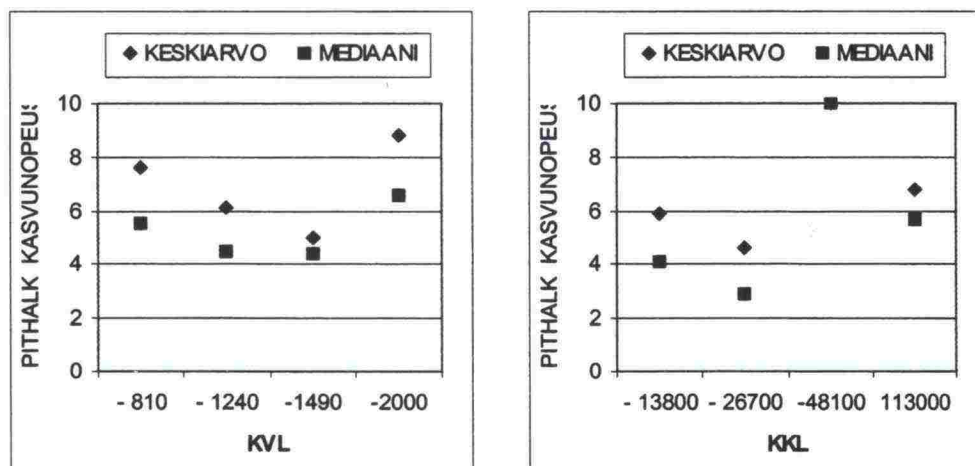


Kuva 48. Pituushalkeamien kasvunopeus d1200 taipuman suhteen AB-teillä.

LIIKENNEKUORMITUS

Kuvassa 49 on esitetty pituussuuntaisten halkeamien kasvunopeus liikennekuormitusmuuttujittain. Aineisto on jaettu kvartaaleihin.

Pituushalkeamien kasvunopeus ja liikennekuormitusmuuttujat eivät korreloi. Muuttujien avulla ei voi ennustaa pituushalkeaminen kasvunopeutta.



Kuva 49. Pituushalkeamien kasvunopeus KVL- ja KKL-luokittain AB-teillä.

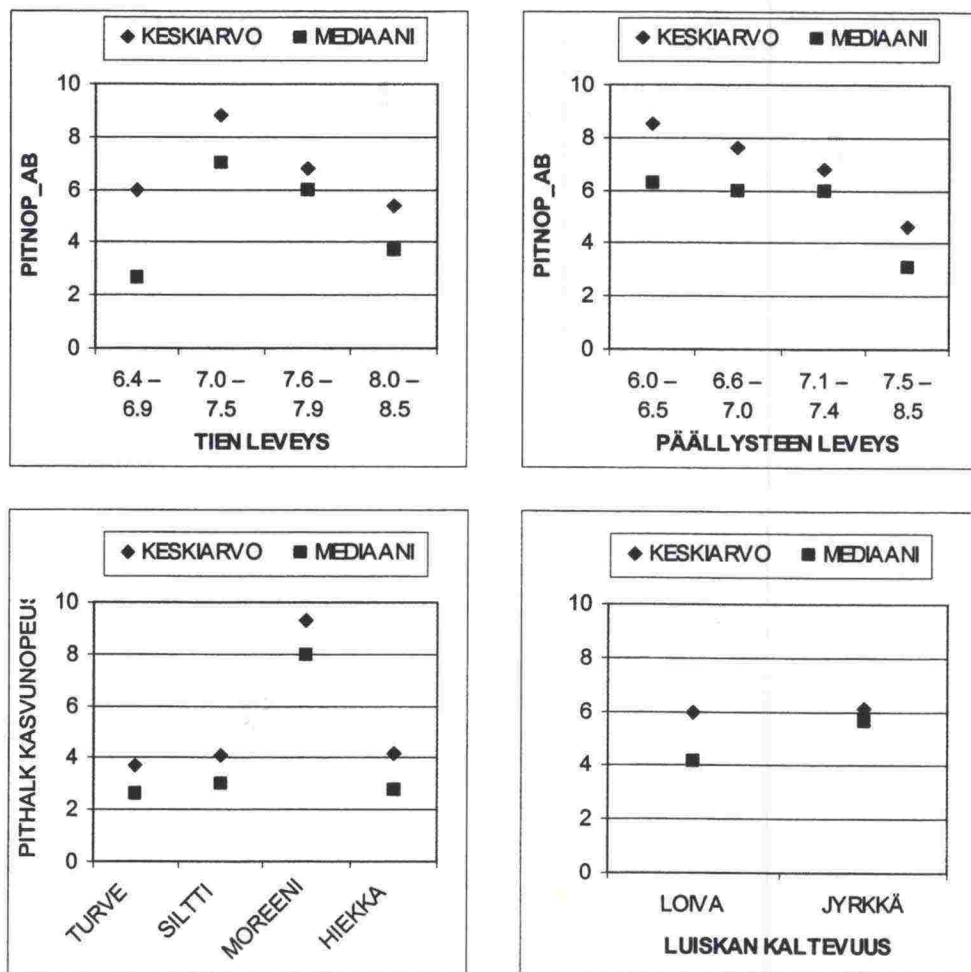
Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 8 / 10.

TIEN RAKENNE

Kuvassa 50 on esitetty pituussuuntaisten halkeamien muutosnopeus tien rakennemuuttujittain. Aineisto on jaettu kuvissa kvartaaleihin.

Päällysteen leveys korreloi pituussuuntaisten halkeamien kasvunopeuden kanssa. Kapeilla teillä halkeamat lisääntyvät huomattavasti nopeammin kuin leveillä teillä.

Tien leveys, luiskan kaltevuus ja pohjamaan maalaji eivät korreloi harjanteen korkeuden kasvunopeuden kanssa.



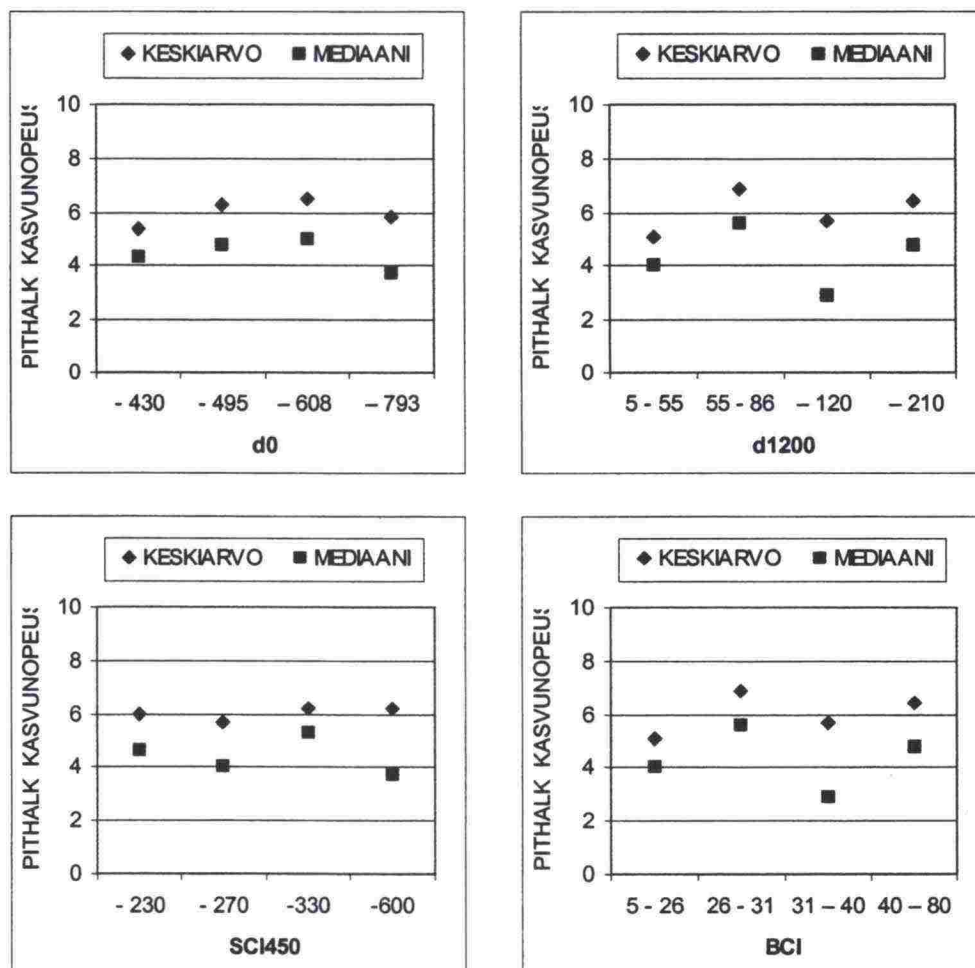
Kuva 50. Pituushalkeamien kasvunopeus tien leveys-, päällysteen leveys-, pohjamaa ja luiskan kaltevuus -luokittain AB-teillä.

Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 8 / 10-11.

TAIPUMAMITTAUKSET

Kuvassa 51 on esitetty pituussuuntaisten halkeamien muutosnopeus pudotuspainolaitemittausten taipumien ja taipumaerojen suhteen. Aineisto on jaettu kuvissa kvartaaleihin.

Mikään tutkituista taipuma-arvoista ei korreloinut hyvin pituushalkeaminen kasvunopeuden kanssa.



Kuva 51. Pituushalkeamien kasvunopeus d0-, d1200-, SCI450- ja BCI -luokittain AB-teillä.

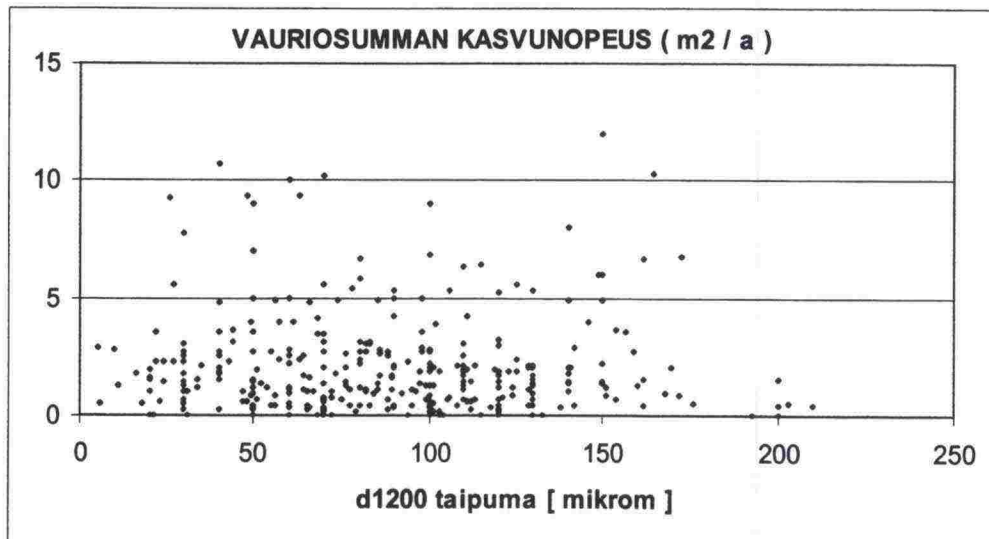
Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 8 / 11-12.

8.2.4 Vauriosumma

Suurin osa päällysteessä olevista vaurioista on routanousun aiheuttamia halkeamia kevytpäällysteisillä teillä. Hypoteesin mukaan roudan aiheuttamat halkeamat ovat pääosin pituussuuntaisia halkeamia. Pituushalkeamien määrän lisääntyessä alkaa syntyä myös verkkohalkeamia ja purkauksia.

Kuvassa 52 on esitetty vauriosumman kasvunopeus d1200 taipuman suhteen. Tämä aineiston mukaan korrelaatio on huono. Aineistossa PPL-mittauksia on kuitenkin vain keskimäärin yksi piste 500 m välein. Muiden x-muuttujien kuvat on esitetty liitteessä 7. Kaikkien muuttujien korrelaatio on huono selittämään vauriosumman kasvunopeutta.

AB-teillä vauriosumman kasvunopeuden mediaani on $1,5 \text{ m}^2/\text{a}$. Nopeuden aritmeettinen keskiarvo on $2,4 \text{ m}^2/\text{a}$ ja keskihajonta $2,6 \text{ m}^2/\text{a}$. Aineiston koko (N) on 1113 havaintoa.

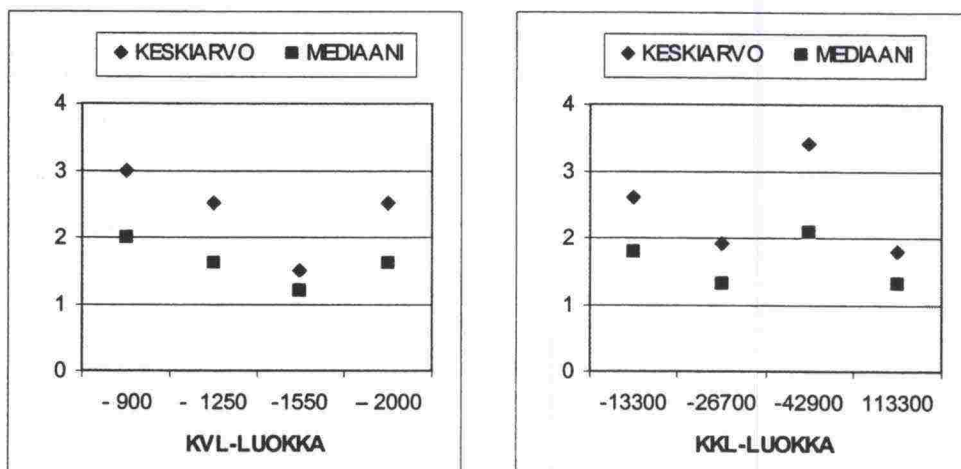


Kuva 52. Vauriosumman kasvunopeus d1200 taipuman suhteen AB-teillä.

LIIKENNEKUORMITUS

Kuvassa 53 on esitetty vauriosumman muutosnopeus liikennekuormitusmuuttujittain. Aineisto on jaettu kvartaaleihin.

Kuormituskertaluku ja KVL eivät korreloi vauriosumman kasvunopeuden kanssa eikä niillä voi selittää muutosnopeutta.



Kuva 53. Vauriosumman kasvunopeus KVL- ja KKL-luokittain AB-teillä.

Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 8 / 13.

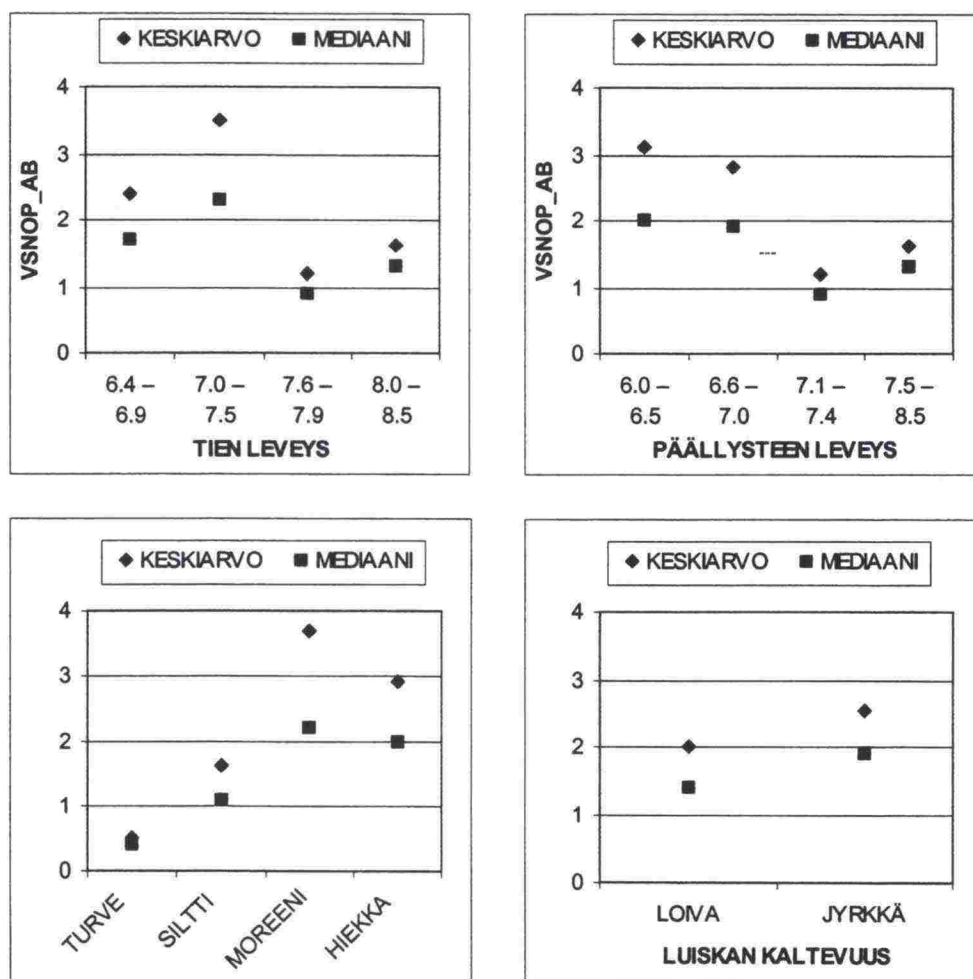
TIEN RAKENNE

Kuvassa 54 on esitetty vauriosumman muutosnopeus tien rakenne-
 muuttujittain. Aineisto on jaettu kuvissa kvartaaleihin.

Tien leveys ja päällysteen leveys korreloivat melko hyvin vauriosumman
 lisääntymisen kanssa ja trendi on looginen. Mitä leveämpi tie on, sitä hi-
 taampaa vauriosumman kasvu on.

Pohjamaan maalaji korreloi osittain loogisesti vauriosumman muutoksen
 kanssa. Ongelmana on kuitenkin aineiston epätasapaino. Turve ja savi
 kohteita on vähän ja vastaavasti moreenikohteita on paljon. Savikoilla kas-
 vunopeus on selvästi nopein. Turvekohteilla kasvunopeus on epäloogisen
 pieni.

Luiskan kaltevuus korreloi hyvin vauriosumman kasvunopeuden kanssa ja
 riippuvuus on looginen. Aineisto on epätasapainossa, sillä vain 10 % teistä
 on jyrkkäluiskaisia.



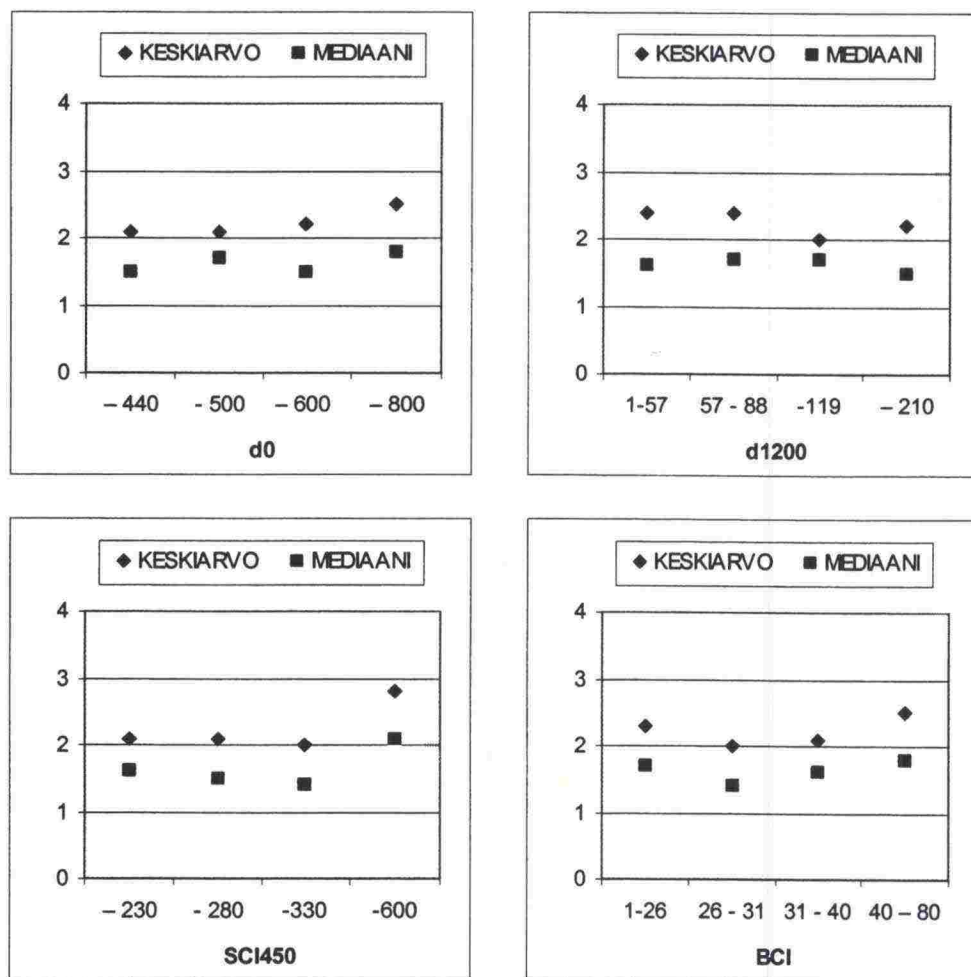
Kuva 54. Vauriosumman kasvunopeus tien leveys-, päällysteen leveys-, pohja-
 maa ja luiskan kaltevuus -luokittain AB-teillä.

Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 8 / 13-14.

TAIPUMAMITTAUKSET

Kuvassa 55 on esitetty vauriosumman muutosnopeus pudotuspainolaitemittausten taipumien ja taipumaerojen suhteen. Aineisto on jaettu kuvissa kvartaaleihin.

Mikään tutkituista taipumista ja taipumaeroista ei selitä vauriosumman kasvunopeutta.



Kuva 55. Vauriosumman kasvunopeus d0-, d1200-, SCI450- ja BCI -luokittain AB-teillä.

Aineiston tilastolliset tunnusluvut on esitetty liitteessä 8 / 14-15.

YHTEENVETO

Taulukossa 25 on esitetty luokitteleva yhteenveto selitettävien y-muuttujien ja yksittäisten selittävien x-muuttujien välisistä yhteyksistä. Karkea luokittelu sisältää seuraavat luokat:

- "+" muuttujien välillä on yhteys, eli y-muuttujan arvo muuttuu loogisesti x-muuttujan kvartaaliarvojen suhteen.
- "0" y-muuttujan arvo ei muutu x-muuttujan kvartaaliarvon muuttuessa.
- "-" muuttujien välillä ei ole yhteyttä, eli y-muuttujan arvon muuttuessa x-muuttujan kvartaaliarvot eivät muutu loogisesti (yhteys sekava).

Taulukko 25. Yhteenveto x- ja y-muuttujien välisistä yhteyksistä, AB-tiet.

Muuttujat	IRI	HAR	PETA	VS	PIT
KVL	-	0	0	-	-
KKL	+	0	0	-	-
tien leveys	0	-	+	-	-
päällysteen leveys	0	-	0	+	+
pohjamaa	-	-	0	-	-
luiska	+	0	0	+	0
d0	0	0	0	0	0
d1200	0	0	-	0	-
SCI450	0	0	0	0	0
BCI	0	-	0	0	-

8.3 AB-teiden vaurioitumismallit

Edellisissä luvuissa on aineistoa tarkasteltu yhden ja kahden muuttujan suhteen. Seuraava vaihe aineiston analysoinnissa on useamman muuttujan tarkastelut. Tarkastelut suoritettiin SAS tilasto-ohjelmalla, PROC REG proseduurilla, optiolla STEPWISE ja käyttäen merkitsevyystasokriteeriä 0,1 [SAS/STAT]. Taulukossa 26 on esitetty eri malleihin kvalifioituneet muuttujat sekä mallien selitysasteet ja havaintojen lukumäärät.

Taulukko 26. AB-mallien muuttujat.

y-muuttujat	x-muuttujat	r ²	N
Δ IRI	= f (KKL, d1200)	0,06	307
Δ harjanne	= f (pakkassumma, KVL, SCI450)	0,13	318
Δ poikittainen epätasaisuus	= f (SCI450, KKL)	0,07	322
Δ pituushalkeamat	= f (BCI, pakkassumma)	0,04	256
Δ vauriosumma	= f (pakkassumma, KKL, BCI)	0,10	311

Mallit perustuvat aineistoon, jossa on mukana ainoastaan ne 100 metrin kohteet missä on suoritettu pudotuspainomittaus. Mikäli aineisto rajataan niihin kohteisiin mistä lisäksi tunnetaan luiskan kaltevuus ja maapohja supistuu aineisto kolmannekseen esitetystä. Mallien selitysaste ei kuitenkaan parane lainkaan ($< 0,01$). Voidaan siis todeta, että kyseisellä aineistolla lisämuuttujat (luiskan kaltevuus ja maapohjaluokka) eivät lisänneet selitystettä mihinkään viidestä edellä mainituista mallista.

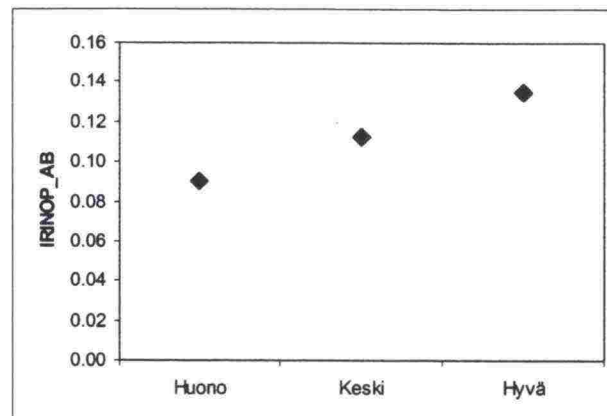
Malleille ei tässä esitetä kertoimia, koska mallien selitysasteet ovat niin heikot, että niitä ei sellaisenaan suositella käytettäväksi. Varsinaisten yhtälöiden esittäminen jää näin ollen odottamaan osavaiheen III sisäaineistoa, ja ne esitetään osavaiheen V raportissa, kuten alunperin oli suunniteltu.

Seuraavaksi on esitetty eri mallien loogisuuden arviointi esimerkkiaineistolla. Arviointiaineistoksi on valittu kaikille malleissa esiintyville muuttujille kolme tasoa (25% kvantiili-, 50% mediaani- ja 75% kvantiiliarvo). Raja-arvot saadaan kuin malleissa esiintyvän muuttujan aineisto ryhmitellään pienimmästä arvosta suurimpaan siten, että aineisto jakautuu havaintojen lukumäärältä neljään yhtä suureen ryhmään. Ryhmien raja-arvot ovat esitetty taulukossa 27.

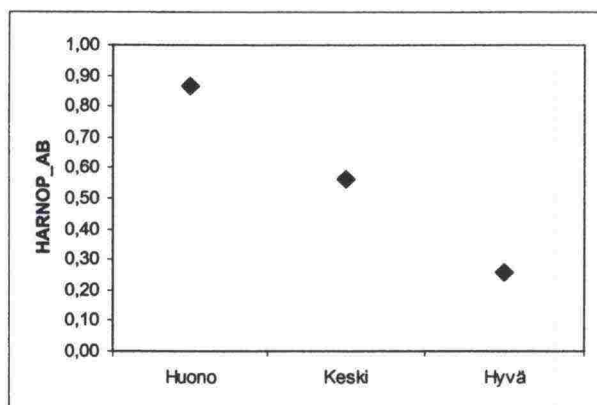
Taulukko 27. PAB-aineiston raja-arvot x-muuttujille.

x-muuttujat	25%-arvo	50%-arvo	75%-arvo
pakkassumma (h°C)	8000	10000	12000
KKL	50000	25000	13000
SCI450 (μm)	350	280	220
d1200 (μm)	130	80	50
BCI (μm)	40	30	20
KVL	1500	1200	900

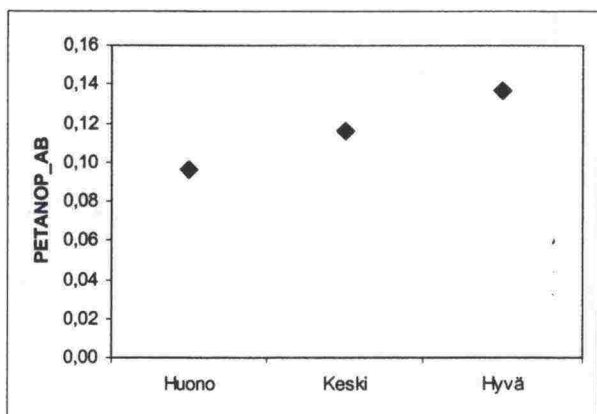
Aineistolla pyritään kuvaamaan kolmea erilaista olosuhdetasoa malleissa esiintyville muuttujille (huono, keskinkertainen ja hyvä). Kaikki malleissa esiintyvät muuttujat saavat siis joko huonoja olosuhteita, keskinkertaisia olosuhteita tai hyviä olosuhteita edustavat arvot, joille lasketaan kaikille kyseisille vauriotyypeille vaurioitumisnopeudet. Tavoitteena on tarkastella tuottavatko mallit oikeansuuntaisia ja loogisia tuloksia vaikka kyseisten mallien selitysasteet ovat niin huonot. Kuvissa 56 – 60 on esitetty eri mallien trendit.



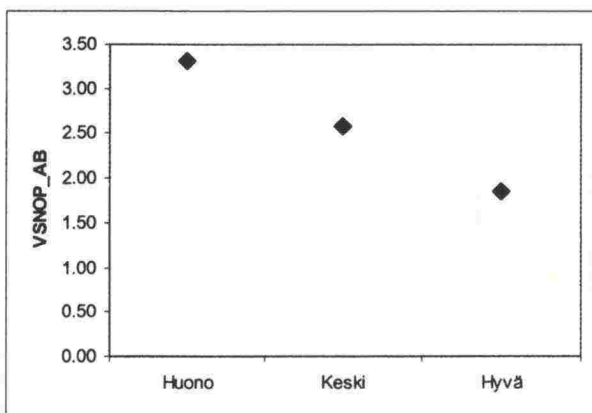
Kuva 56. IRI:n kasvunopeus AB-teille.



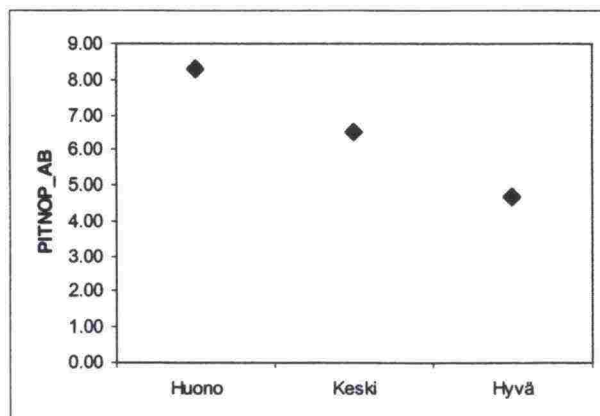
Kuva 57. Harjanteen kasvunopeus AB-teillä.



Kuva 58. Poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeus AB-teillä.



Kuva 59. Vauriosumman kasvunopeus AB-teillä.



Kuva 60. Pituushalkeamien kasvunopeus AB-teillä.

Kuvista 56 – 60 voidaan todeta, että kaikki viisi mallia eivät käyttäydy loogisesti. IRI:n ja poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeus hidastuu kun olosuhteita heikennetään (esim. taipuma kasvaa). Muissa malleissa vaurioiden kasvunopeudet ovat pienimmät hyvissä olosuhteissa ja suurimmat huonoissa olosuhteissa.

9 YHTEENVETO

Projektin tässä osavaiheessa kerättiin otostieaineisto kevyt- ja ohutpäällysteisten teiden kunnon muuttumisen mallintamiseksi ja analysoida kerätty aineisto. Aineistona käytettiin Tielaitoksen kuntotietorekisteristä valittua otosta. Otosta täydennettiin PTM-mittauksilla, videokuvauksella ja maaperäkartoilla. Lisämuuttujien keräämisellä parannetaan kunnon ennustemallien käyttökelpoisuutta.

Otoksen valintaa rajoitti maaperäkarttojen saatavuus. Etelä-Suomen alueelta on maaperäkarttoja saatavissa hyvin. Sen sijaan Pohjois-Suomen alueelta niitä on saatavissa huonosti. Otokseen valittiin tiet Porin, Kokkolan ja Kuusamon alueilta. Osasta kohteita maaperä jouduttiin määrittämään peruskartasta. PTM-mittauksen yhteydessä kohteet videokuvattiin luiskan kaltevuuden ja kuivatuksen toimivuuden määrittämiseksi. Videokuvaus ei ole vielä riittävän tarkka menetelmä luiskan kaltevuuden ja kuivatusolosuhteiden määrittämiseksi.

Aikasarjojen puutteen takia IRI:n, harjanteen ja poikkisuuntaisen epätasaisuuden lasketut kasvunopeudet ovat epäluotettavia. Alkuarvo on jouduttu pitämään vakiona, esim. harjanteen korkeudelle PAB-teillä 5 mm. Osavaiheessa IV on käytössä myös aikasarja-aineistoa.

Aineiston kuntoa selittävät muuttujat on kerätty pääosin verkkotason tarpeita varten eikä tutkimus- ja mallinnuskäyttöön. Pudotuspainolaitemittaukset on tehty keskimäärin yksi piste 500 m välein. Osavaiheessa III mitattiin 50 km otos pudotuspainolaitteella 50 m välein, joka tullaan analysoimaan osavaiheessa IV.

Lisämuuttujien määrittämisessä ongelmaksi tuli aineiston epätasapaino. Pohjamaatyypeistä enemmistö oli moreenia, luiskan kaltevuusluokka oli loiva suurimmassa osassa aineistoa ja lähes kaikki kohteet tulkittiin hyväksi kuivatuksiksi. Pakkassumma toimii epäloogisesti aineistossa. PAB-teiden kunto muuttuu hitaammin Kuusamon alueella kuin muualla. Syynä on mm. vallitseva mitoituskäytäntö ja rakentamisen aikaiset laatuvaatimukset.

Tarkasteltaessa yhtä kuntomuuttujaa ja selittävää muuttujaa kerrallaan, ei ole havaittavista voimakasta riippuvuutta selitettävien ja selittävien muuttujien välillä. PAB-teillä SCI450 ja päällysteen leveys selittävät parhaiten IRI:n, harjanteen korkeuden ja poikkittaisen epätasaisuuden muutosta. Epätasainen routanousu aiheuttaa tien tasaisuuden muuttumista. Analysoinnissa ei löydetty yhteyttä routanousua selittävien muuttujien ja tien kunnon muuttumisen välillä. Tässä aineistossa on kuitenkin liian vähän taipumamittauksia hypoteesien testaamiseksi luotettavasti. Osavaiheen III aineisto on laadultaan selvästi parempaa, jolloin analysoinnin luotettavuus paranee.

PAB-teillä pituushalkeamien ja vauriosumman kasvunopeutta ei pystytty selittämään tällä aineistolla. Kaikkien selittäjäkombinaatioiden selitysasteet olivat pienet.

AB-teillä ei löydetty selviä yhteyksiä käytettyjen x-muuttujien ja selitettävien muuttujien välillä tällä aineistolla. AB-teiden aineisto on puolet pienempi kuin PAB-teiden aineisto tässä tutkimuksessa.

Osavaiheessa IV on käytössä paljon laadultaan parempi aineisto kuin tässä raportissa esitetty ja analysoitu aineisto. Tämän osavaiheen perusteella näyttää, että PAB-teille on kehitettävissä käyttökelpoiset kunnon ennustemallit osavaiheessa IV. Sen sijaan AB-teillä tilanne on epävarmempi. AB-teillä tilannetta vaikeuttaa vuosittaisen kunnon muuttumisen ja mittaustarkkuuden välinen epäedullinen vuorosuhde. Kunnon vuosittainen muutos voi olla pienempi kuin käytettävä mittaustarkkuus.

10 KIRJALLISUUS

Belt, Jouko. Kestoikä tutkimus, loppuraportti. Oulun yliopiston tie- ja liikennetekniikan laboratorion tutkimus selostuksia 2/1999. Oulu 1999.

Belt, J., Lämsä, V.P., Liimatta, L., Ehrola, E. Kevytpäällysteteiden vauriomallien ja mitoitusmenetelmien kehittämisen perusteet. Tielaitos. Helsinki 2000.

PARIS project, Pavement Deterioration Models. Deliverable D4 report. VTT Communities and Infrastructure, Espoo, Finland 1998.

SAS/STAT User's Guide, SAS Institute Inc. USA, NC 1989.

SAS Procedures Guide, SAS Institute Inc. USA, NC 1989.

Tielaitos, Tiehallitus. Routavaurio- ja kuivatustutkimus, Pituushalkeamat osa 2. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 1/1991. Helsinki 1991.

Tielaitos, Tiestötiedot. Kurre ja PMS:n mallien tarkistus. Helsinki 1998.

11 LIITTEET

- Liite 1. Kohdeluettelo
- Liite 2. Koesuunnittelumatriisi
- Liite 3. Yhden muuttajan tarkastelu tilastolliset tunnusluvut, PAB
- Liite 4. Kahden muuttujan x-y kuvat, PAB
- Liite 5. Kvartaalitarkastelun tilastolliset tunnusluvut, PAB
- Liite 6. Yhden muuttajan tarkastelu tilastolliset tunnusluvut, AB
- Liite 7. Kahden muuttujan x-y kuvat, AB
- Liite 8. Kvartaalitarkastelun tilastolliset tunnusluvut, AB

PIIRI	TIE	TOSA	PIIRI	TIE	TOSA	PIIRI	TIE	TOSA
2	43	6	10	13	112	12	5	345
2	43	7	10	13	114	12	5	346
2	196	4	10	28	8	12	5	347
2	210	1	10	28	9	12	5	354
2	210	2	10	28	10	12	5	364
2	210	3	10	63	16	12	81	33
2	269	2	10	63	18	12	866	3
2	1960	1	10	63	24	12	866	4
2	1960	2	10	86	1	12	8420	1
2	2052	1	10	741	3	12	8420	2
2	2052	2	10	741	4	12	8690	1
2	2170	3	10	741	5	12	8690	2
2	2170	4	10	747	4	12	8690	3
2	2170	5	10	750	1	12	18858	1
2	2172	1	10	750	2	12	18858	2
2	2172	2	10	750	4	12	18864	1
2	2177	1	10	757	1	12	18865	1
2	2177	2	10	757	2	14	81	23
2	2440	1	10	775	1	14	81	24
2	2440	2	10	775	2	14	81	25
2	2550	3	10	775	6	14	81	27
2	2550	4	10	775	7	14	858	1
2	2554	1	10	775	8	14	858	2
2	2555	1	10	775	9	14	863	15
2	2555	2	10	7484	1	14	942	1
2	2556	1	10	7497	1	14	942	2
2	2560	1	10	7714	1	14	942	4
2	2560	2	10	7714	2	14	947	8
2	2640	1	10	7715	3	14	19606	1
2	2680	1	10	7730	1	14	19607	1
2	2701	1	10	17965	1	14	19608	1
2	12473	1	10	17967	1			
2	12473	2	10	17975	1			
2	12691	2	10	17975	2			
2	12691	3	10	17977	1			
2	12691	4	10	17985	1			
2	12765	1	10	17987	1			
2	12765	2	10	17988	1			
2	12771	1	10	17988	2			
2	12779	1	10	18004	1			
2	12779	2	10	18037	2			
2	12779	3	10	18039	1			
2	12855	1	10	18173	1			
2	12857	1						
2	12858	3						
2	12858	4						
2	12861	1						
2	12863	1						
2	12871	1						
2	12871	2						
2	12877	1						
2	12883	1						
2	12883	2						
2	12895	1						
2	13003	1						
2	13013	1						
2	13165	1						
2	13175	1						

KOESUUNNITTELUMATRIISI

POHJAMAA TYYPPI			Alhainen (Hk - Sr - Ka)								Välimuoto (Mr)								Korkea (Tv - Sa - Si)							
LUISKAN KALTEVUUS			Alhainen (1/3)				Korkea (>1/3)				Alhainen (1/3)				Korkea (>1/3)				Alhainen (1/3)				Korkea (>1/3)			
ILMASTO ALUE	PÄÄL- LYSTE	TIEN LEVEYS KVL \ VS	Alhainen (AB < 8) (PAB<=6.5)		Korkea (AB >= 8) (PAB > 6.5)		Alhainen (AB < 8) (PAB<=6.5)		Korkea (AB >= 8) (PAB > 6.5)		Alhainen (AB < 8) (PAB<=6.5)		Korkea (AB >= 8) (PAB > 6.5)		Alhainen (AB < 8) (PAB<=6.5)		Korkea (AB >= 8) (PAB > 6.5)		Alhainen (AB < 8) (PAB<=6.5)		Korkea (AB < 8) (PAB<=6.5)					
			A (<20)	K (>20)	A (<20)	K (>20)	A (<20)	K (>20)	A (<20)	K (>20)	A (<20)	K (>20)	A (<20)	K (>20)	A (<20)	K (>20)	A (<20)	K (>20)	A (<20)	K (>20)	A (<20)	K (>20)				
Etelä- Suomi		Alhainen (<=1300)			3	4	5		7	8			11	12		15	16				21	22		24		
		Korkea (>1300)		26	27	28	29	30	31	32			36	37		39	40		42		45	46		48		
		Alhainen (<=600)				52		54	55	56						63	64	65		68			71	72		
		Korkea (>600)					77			80						87	88		91	92			95	96		
Väli- Suomi		Alhainen (<=1300)	97	98			101	102		104				109		111			114	115	116	117	118	119	120	
		Korkea (>1300)	121	122			125	126			129	130			133	134		136	137	138	139	140	141	142	143	144
		Alhainen (<=600)	145	146				150	151	152			156		158		160	161		163	164	165	166	167	168	
		Korkea (>600)	169	170				174	175		177	178			182	183	184		186		188	189	190	191	192	
Pohjois- Suomi		Alhainen (<=600)				196	197	198	199	200					206		208			211	212	213	214	215	216	
	Korkea (>600)	217	218				221	222			225	226			229	230			233	234			237	238	239	

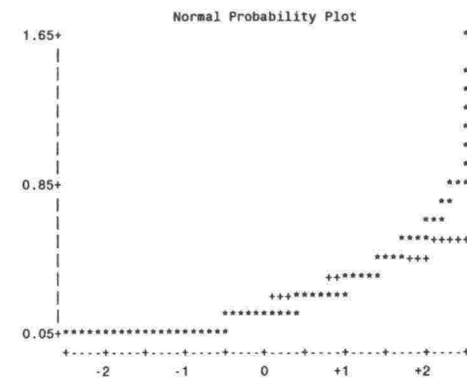
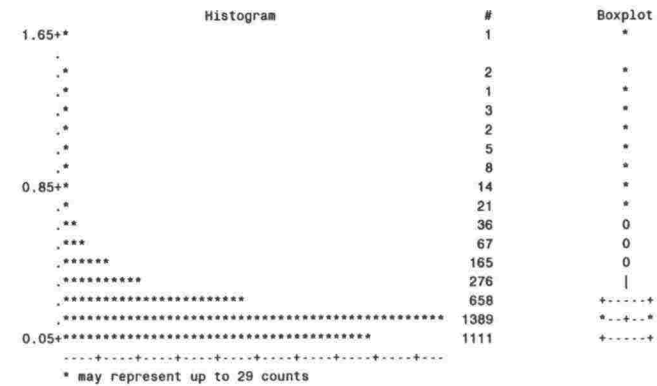
Univariate Procedure

Variable=IRINOP (IRI:n kasvunopeus, mm/m/a) PAB-päälysteet

Moments				Quantiles(Def=5)			
N	3759	Sum Wgts	3759	100% Max	1.62	99%	0.78
Mean	0.184685	Sum	694.23	75% Q3	0.23	95%	0.47
Std Dev	0.155267	Variance	0.024108	50% Med	0.14	90%	0.37
Skewness	2.587691	Kurtosis	11.16354	25% Q1	0.09	10%	0.05
USS	218.8109	CSS	90.5972	0% Min	0.01	5%	0.03
CV	84.07134	Std Mean	0.002532			1%	0.02
T:Mean=0	72.92698	Pr>|T|	0.0001	Range	1.61		
Num ^= 0	3759	Num > 0	3759	Q3-Q1	0.14		
M(Sign)	1879.5	Pr>=|M|	0.0001	Mode	0.11		
Sgn Rank	3533460	Pr>=|S|	0.0001				
D:Normal	0.152631	Pr>D	<.01				

Extremes

Lowest	Obs	Highest	Obs
0.01(	3520)	1.24(	3524)
0.01(	3518)	1.38(	1150)
0.01(	3507)	1.45(	1932)
0.01(	3505)	1.46(	1681)
0.01(	3503)	1.62(	2072)

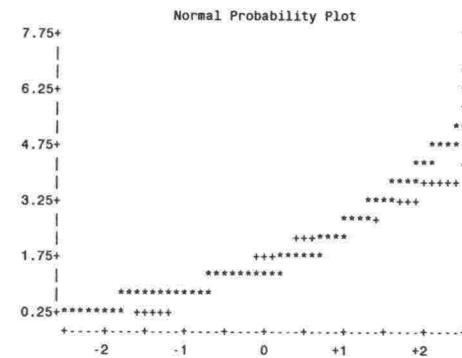
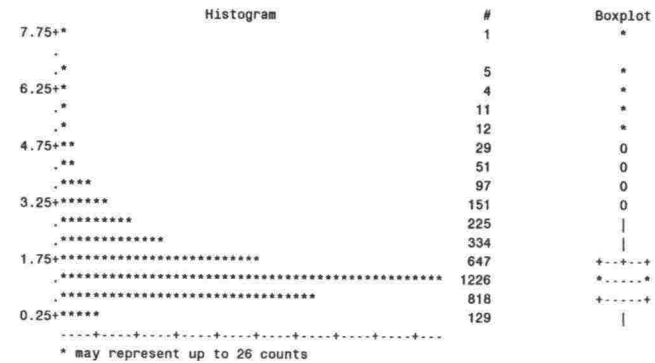


Univariate Procedure
Variable=HARNOP (Harjanteen kasvunopeus, mm/a) PAB-päällysteet

Moments				Quantiles(Def=5)			
N	3740	Sum Wgts	3740	100% Max	7.9	99%	4.9
Mean	1.626463	Sum	6082.97	75% Q3	1.98	95%	3.56
Std Dev	0.961659	Variance	0.924787	50% Med	1.37	90%	2.96
Skewness	1.638489	Kurtosis	3.597483	25% Q1	0.99	10%	0.7
USS	13351.5	CSS	3457.78	0% Min	0.22	5%	0.56
CV	59.12578	Std Mean	0.015725			1%	0.35
T:Mean=0	103.433	Pr>|T|	0.0001	Range	7.68		
Num ^= 0	3740	Num > 0	3740	Q3-Q1	0.99		
M(Sign)	1870	Pr>=|M|	0.0001	Mode	1.25		
Sgn Rank	3497835	Pr>=|S|	0.0001				
D:Normal	0.139856	Pr>D	<.01				

Extremes

Lowest	Obs	Highest	Obs
0.22(	1957)	6.54(	1701)
0.23(	2903)	6.6(	1718)
0.23(	114)	6.85(	3504)
0.24(	121)	6.98(	2079)
0.25(	611)	7.9(	3505)



Univariate Procedure

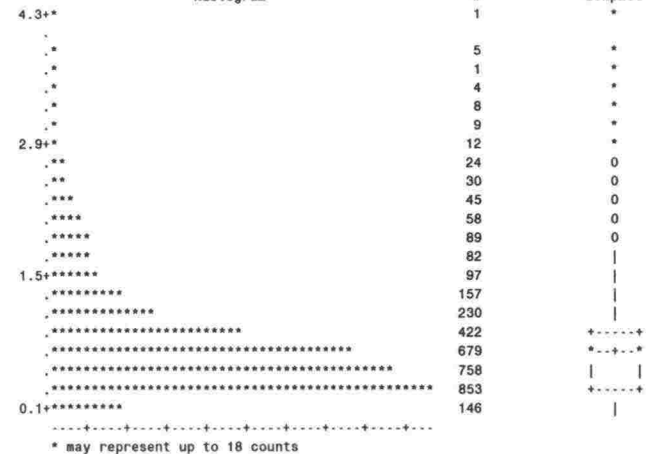
Variable=PETANOP (Poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeus, mm/a) PAB-päällysteet

Moments				Quantiles(Def=5)			
N	3710	Sum Wgts	3710	100% Max	4.22	99%	2.84
Mean	0.778442	Sum	2888.02	75% Q3	0.96	95%	2.03
Std Dev	0.579514	Variance	0.335837	50% Med	0.62	90%	1.58
Skewness	1.852824	Kurtosis	4.149924	25% Q1	0.38	10%	0.26
USS	3493.775	CSS	1245.619	0% Min	0.07	5%	0.21
CV	74.44541	Std Mean	0.009514			1%	0.15
T:Mean=0	81.81804	Pr>|T|	0.0001	Range	4.15		
Num ^= 0	3710	Num > 0	3710	Q3-Q1	0.58		
M(Sign)	1855	Pr>=|M|	0.0001	Mode	0.35		
Sgn Rank	3441953	Pr>=|S|	0.0001				
D:Normal	0.150661	Pr>D	<.01				

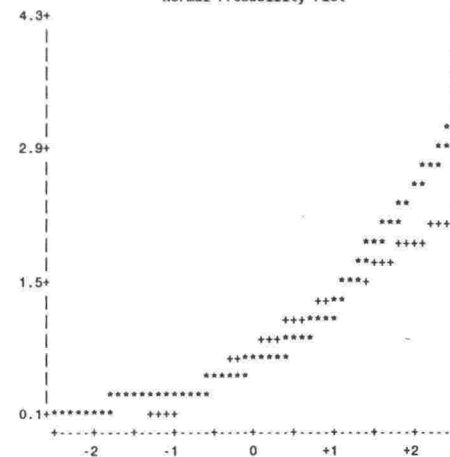
Extremes

Lowest	Obs	Highest	Obs
0.07(	114)	3.82(	1641)
0.08(	541)	3.83(	1283)
0.08(	121)	3.9(	1826)
0.09(	3232)	3.92(	1644)
0.09(	3231)	4.22(	2006)

Histogram



Normal Probability Plot



Univariate Procedure

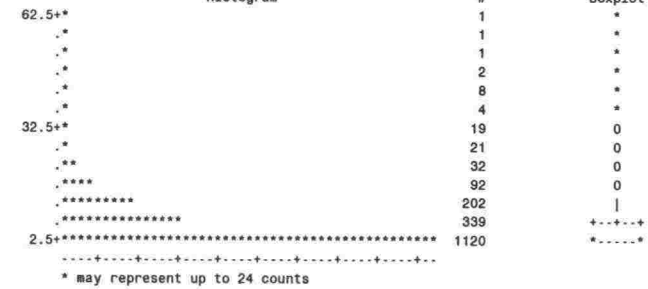
Variable=PITNOP (Pituushalkeamien kasvunopeus, m/a) PAB-päällysteet

Moments				Quantiles(Def=5)			
N	1842	Sum Wgts	1842	100% Max	60	99%	34.33
Mean	6.079539	Sum	11198.51	75% Q3	8.5	95%	19.75
Std Dev	7.314096	Variance	53.49601	50% Med	3.36	90%	14.67
Skewness	2.536663	Kurtosis	8.97563	25% Q1	1.25	10%	0.53
USS	166567.9	CSS	98486.15	0% Min	0.09	5%	0.33
CV	120.3068	Std Mean	0.170418			1%	0.2
T:Mean=0	35.67424	Pr>|T|	0.0001	Range	59.91		
Num ^= 0	1842	Num > 0	1842	Q3-Q1	7.25		
M(Sign)	921	Pr>=|M|	0.0001	Mode	2		
Sgn Rank	848701.5	Pr>=|S|	0.0001				
W:Normal	0.732779	Pr<W	0.0001				

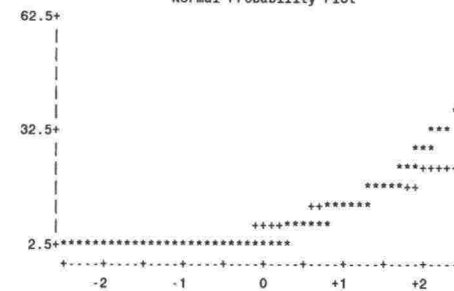
Extremes

Lowest	Obs	Highest	Obs
0.09(	1316)	46(	1464)
0.1(	1830)	46.67(	978)
0.11(	778)	51.5(	333)
0.11(	228)	58(	1711)
0.11(	165)	60(	353)

Histogram

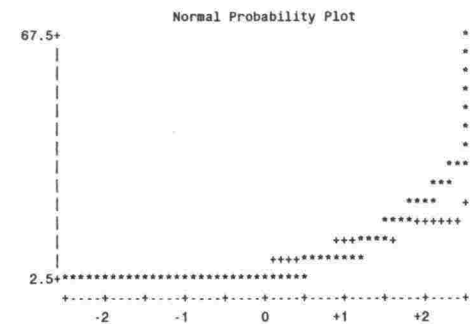


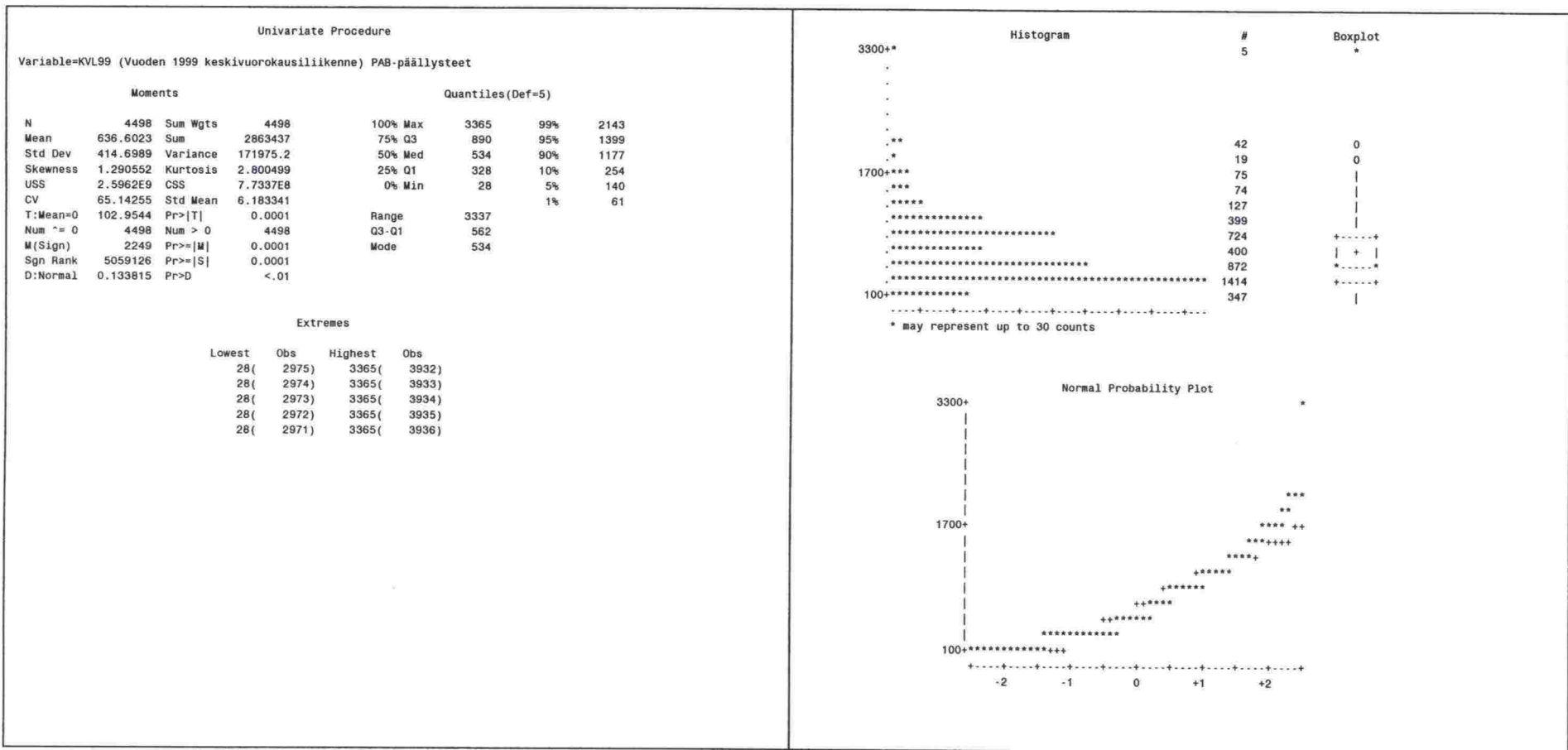
Normal Probability Plot

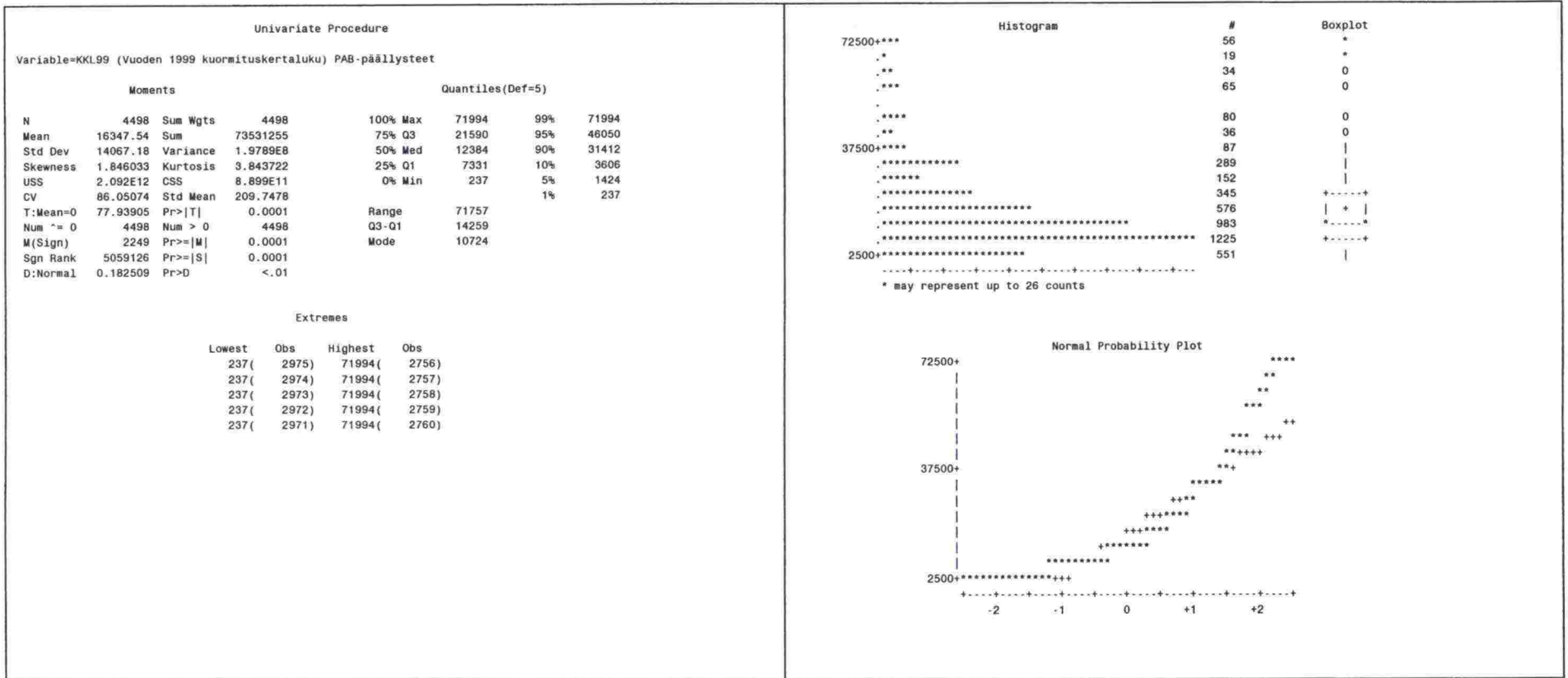


Variable=VSNOP (Vauriosumman kasvunopeus, m²/a) PAB-päälysteet

Extremes			
Lowest	Obs	Highest	Obs
0.06(	2849)	48.33(	1814)
0.06(	2848)	50(	1829)
0.06(	2847)	56.33(	3041)
0.06(	2846)	64.67(	1818)
0.08(	2993)	67.67(	1816)







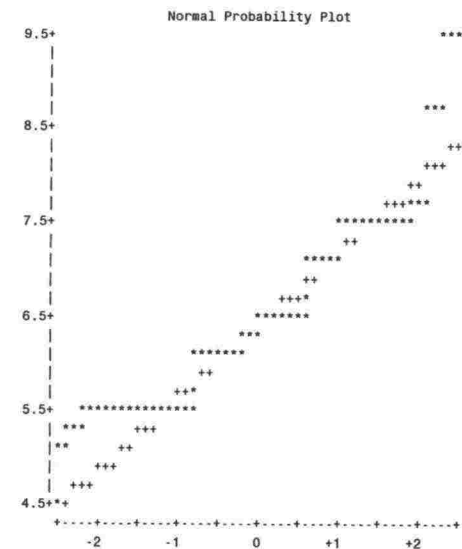
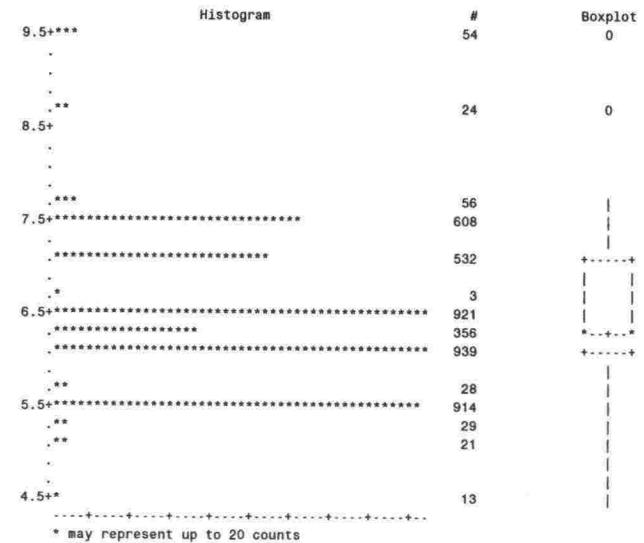
Univariate Procedure

Variable=PLEV (Päällysteen leveys, m) PAB-päällysteet

Moments				Quantiles (Def=5)			
N	4498	Sum Wgts	4498	100% Max	9.5	99%	9.5
Mean	6.397554	Sum	28776.2	75% Q3	7	95%	7.5
Std Dev	0.778016	Variance	0.605309	50% Med	6.3	90%	7.5
Skewness	0.937448	Kurtosis	1.692204	25% Q1	6	10%	5.5
USS	186819.4	CSS	2722.073	0% Min	4.5	5%	5.5
CV	12.16114	Std Mean	0.011601			1%	5.2
T:Mean=0	551.487	Pr>|T|	0.0001	Range	5		
Num ^= 0	4498	Num > 0	4498	Q3-Q1	1		
M(Sign)	2249	Pr>=|M|	0.0001	Mode	6		
Sgn Rank	5059126	Pr>=|S|	0.0001				
D:Normal	0.163717	Pr>D	<.01				

Extremes

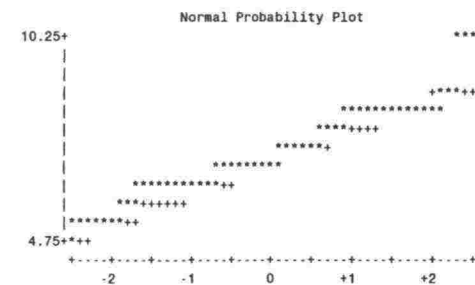
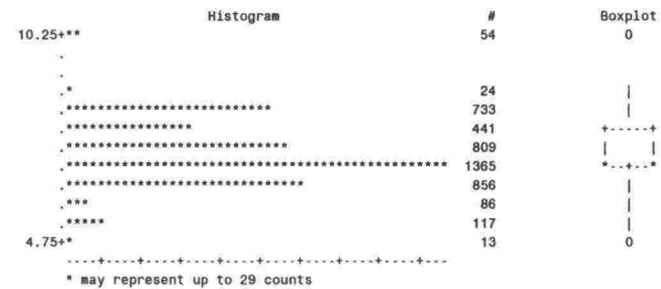
Lowest	Obs	Highest	Obs
4.5(	4498)	9.5(	2106)
4.5(	4497)	9.5(	2107)
4.5(	4496)	9.5(	2108)
4.5(	4495)	9.5(	2109)
4.5(	4494)	9.5(	2110)

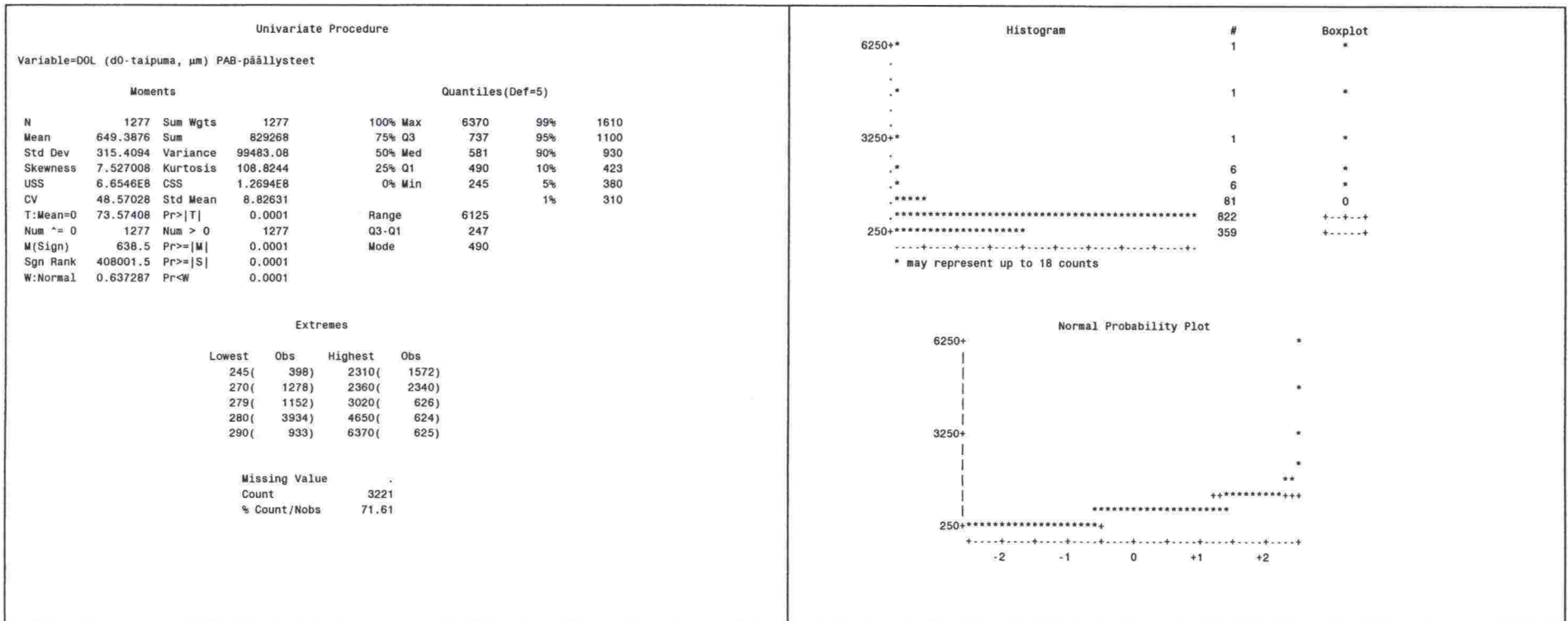


Variable=TLEV (Tien leveys, m) PAB-päällysteet

Moments				Quantiles(Def=5)			
N	4498	Sum Wgts	4498	100% Max	10	99%	10
Mean	6.868719	Sum	30895.5	75% Q3	7.5	95%	8
Std Dev	0.817619	Variance	0.668501	50% Med	6.7	90%	8
Skewness	0.741877	Kurtosis	1.20143	25% Q1	6.5	10%	6
USS	215218.8	CSS	3006.249	0% Min	4.7	5%	6
CV	11.90352	Std Mean	0.012191			1%	5.4
T:Mean=0	563.4229	Pr>|T|	0.0001	Range	5.3		
Num ^= 0	4498	Num > 0	4498	Q3-Q1	1		
M(Sign)	2249	Pr>=|M|	0.0001	Mode	6.5		
Sgn Rank	5059126	Pr>=|S|	0.0001				
D:Normal	0.152981	Pr>D	<.01				

Lowest	Obs	Highest	Obs
4.7(4498)	10(2106)
4.7(4497)	10(2107)
4.7(4496)	10(2108)
4.7(4495)	10(2109)
4.7(4494)	10(2110)





Histogram

#

Boxplot

6250+*	1	*
.		
.		
3250+*	1	*
.		
.		
.		
.	6	*
.	6	*
*****	81	0
*****	822	+--+
250+*****	359	+-----

* may represent up to 18 counts

Normal Probability Plot

6250+

3250+

250+

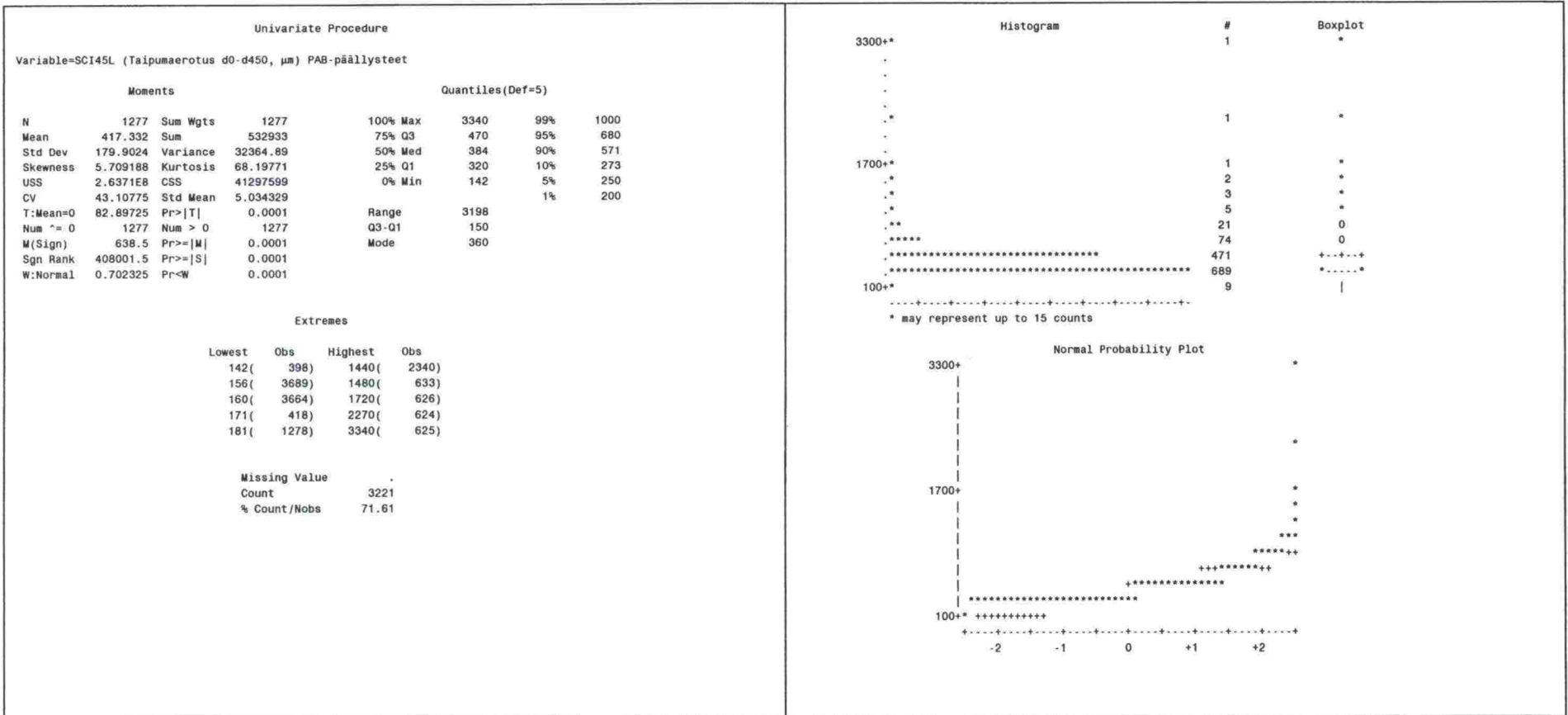
-2

-1

0

+1

+2



Univariate Procedure

Variable=D120L (d1200-taipuma, µm) PAB-päällysteet

Moments				Quantiles(Def=5)			
N	1277	Sum Wgts	1277	100% Max	720	99%	370
Mean	82.25059	Sum	105034	75% Q3	100	95%	221
Std Dev	70.9345	Variance	5031.704	50% Med	64	90%	170
Skewness	2.664211	Kurtosis	11.67	25% Q1	40	10%	20
USS	15059562	CSS	6420454	0% Min	1	5%	10
CV	86.24194	Std Mean	1.985007			1%	4
T:Mean=0	41.43591	Pr>|T|	0.0001	Range	719		
Num ^= 0	1277	Num > 0	1277	Q3-Q1	60		
M(Sign)	638.5	Pr>=|M|	0.0001	Mode	30		
Sgn Rank	408001.5	Pr>=|S|	0.0001				
W:Normal	0.781184	Pr<W	0.0001				

Extremes

Lowest	Obs	Highest	Obs
1(	1395)	440(	1572)
1(	1389)	450(	1356)
2(	1264)	510(	1575)
2(	1247)	570(	625)
2(	1240)	720(	624)

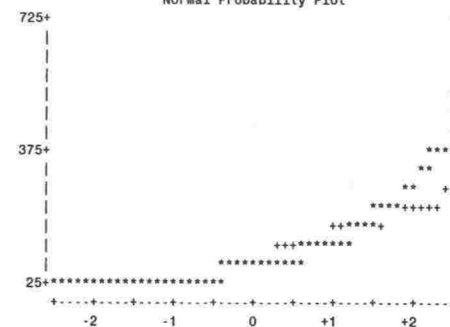
Missing Value	.
Count	3221
% Count/Nobs	71.61

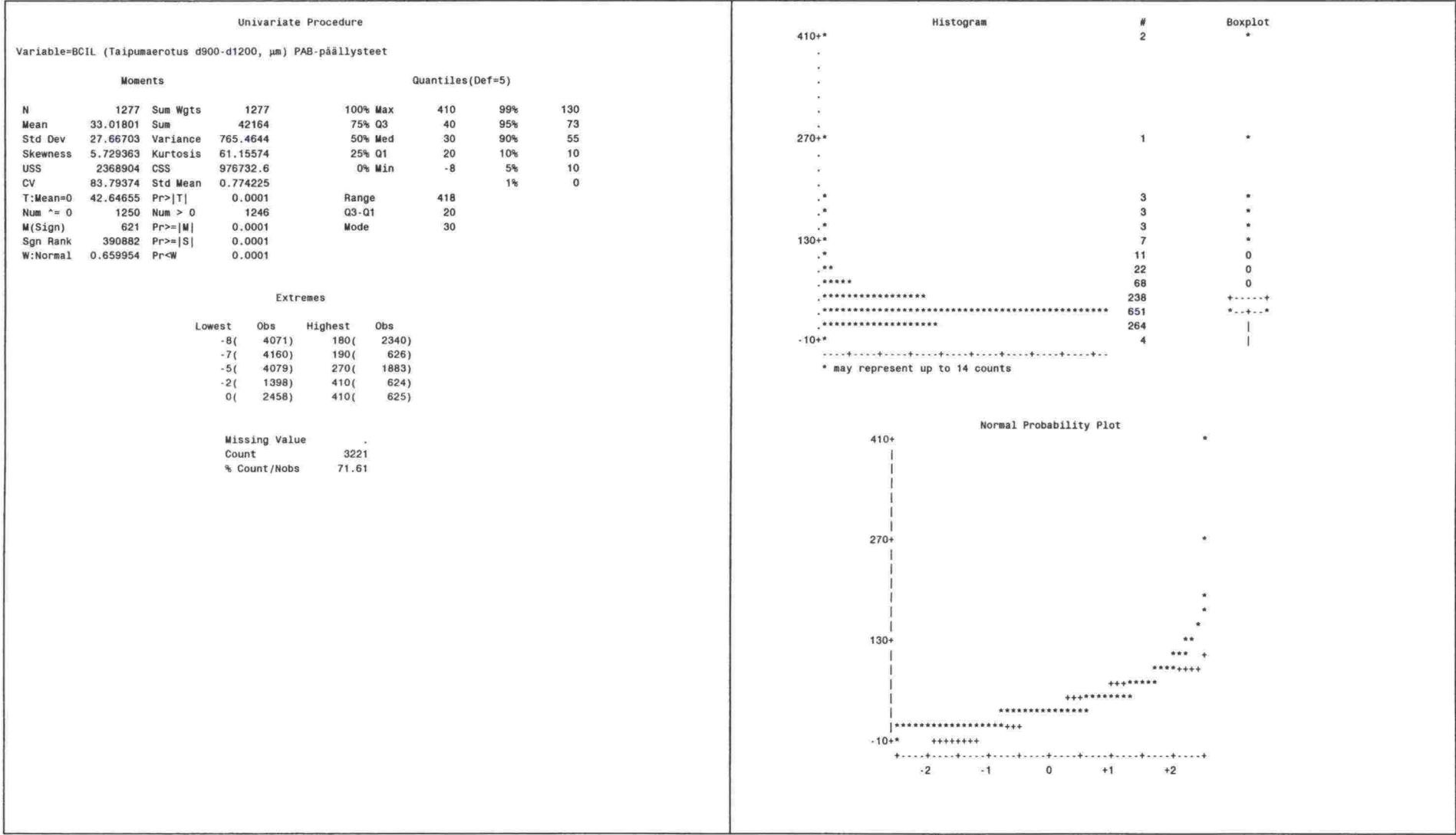
Histogram

#	Boxplot
1	*
1	*
1	*
4	*
9	*
9	*
15	0
40	0
75	0
191	+-----+
507	*-+--*
423	+-----+

* may represent up to 11 counts

Normal Probability Plot



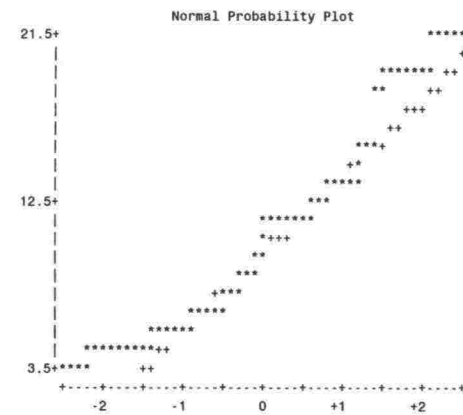
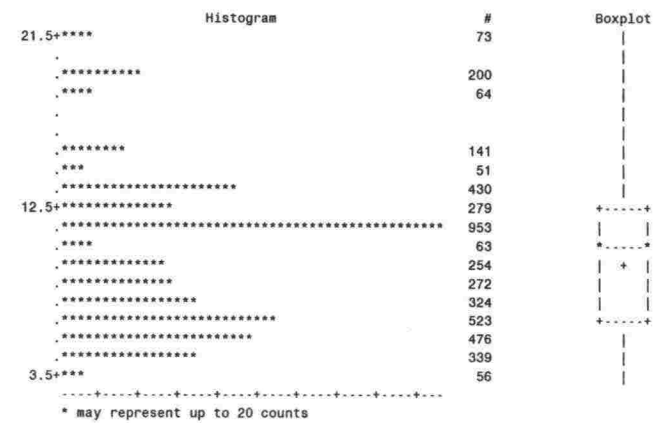


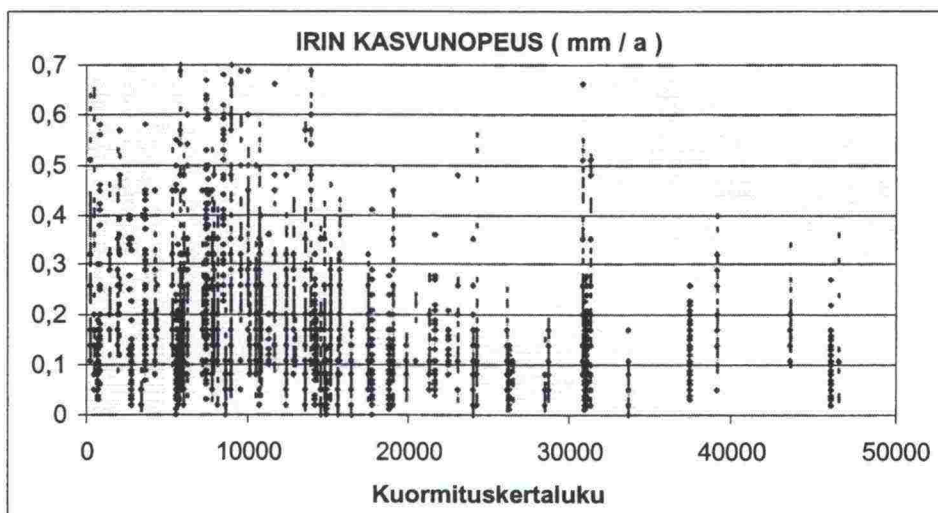
Univariate Procedure

Variable=AGE99 (Päällysteen ikä vuonna 1999) PAB-päällysteet

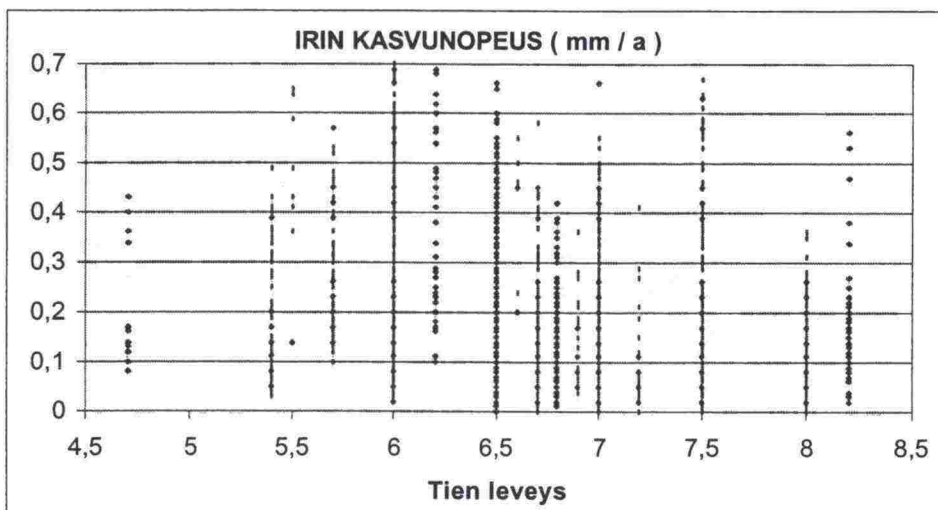
Moments				Quantiles(Def=5)			
N	4498	Sum Wgts	4498	100% Max	21	99%	21
Mean	9.590262	Sum	43137	75% Q3	12	95%	19
Std Dev	4.168132	Variance	17.37333	50% Med	10	90%	15
Skewness	0.648776	Kurtosis	0.013707	25% Q1	6	10%	5
USS	491823	CSS	78127.85	0% Min	3	5%	4
CV	43.46213	Std Mean	0.062149			1%	3
T:Mean=0	154.3116	Pr>|T|	0.0001	Range	18		
Num ^= 0	4498	Num > 0	4498	Q3-Q1	6		
M(Sign)	2249	Pr>=|M|	0.0001	Mode	11		
Sgn Rank	5059126	Pr>=|S|	0.0001				
D:Normal	0.119506	Pr>D	<.01				

Extremes			
Lowest	Obs	Highest	Obs
	3(1559)	21(4494)	
	3(1558)	21(4495)	
	3(1557)	21(4496)	
	3(1556)	21(4497)	
	3(1555)	21(4498)	

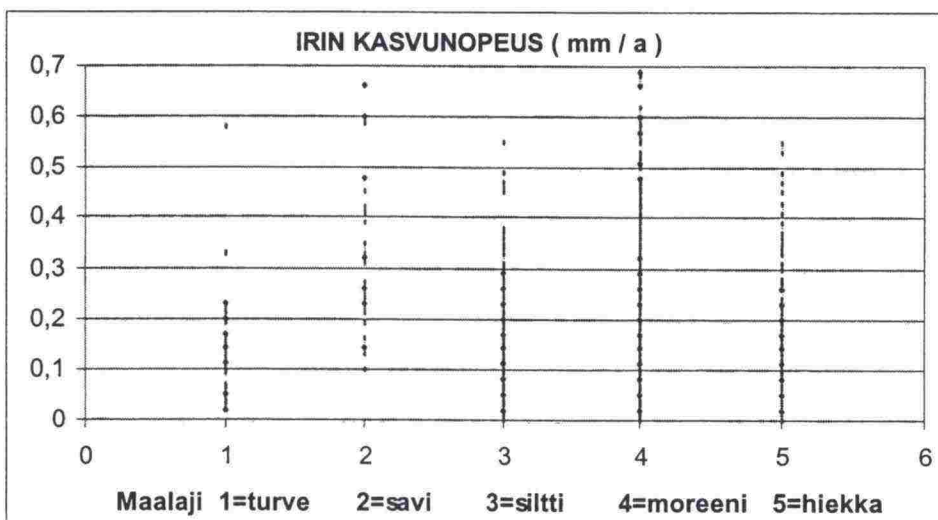




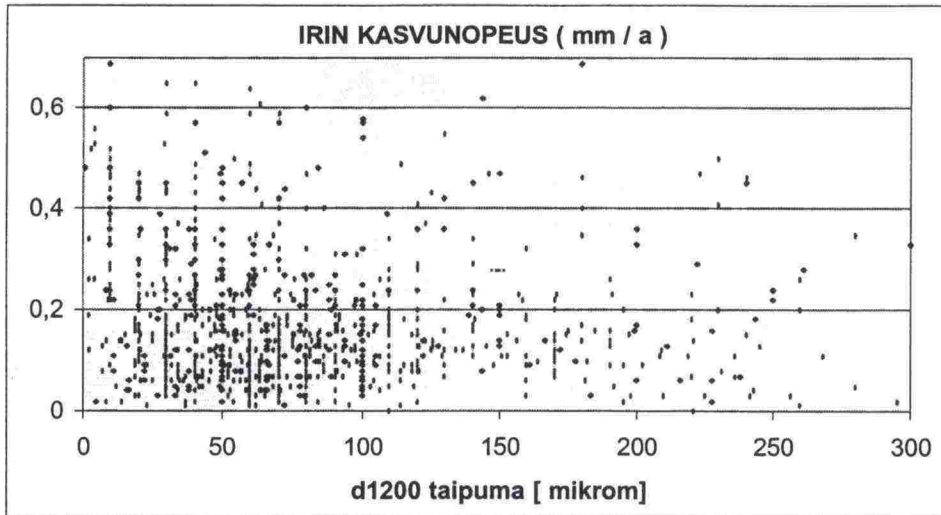
IRI:n kasvunopeus KKL:n funktiona PAB-teillä.



IRI:n kasvunopeus TIEN LEVEYDEN funktiona PAB-teillä.

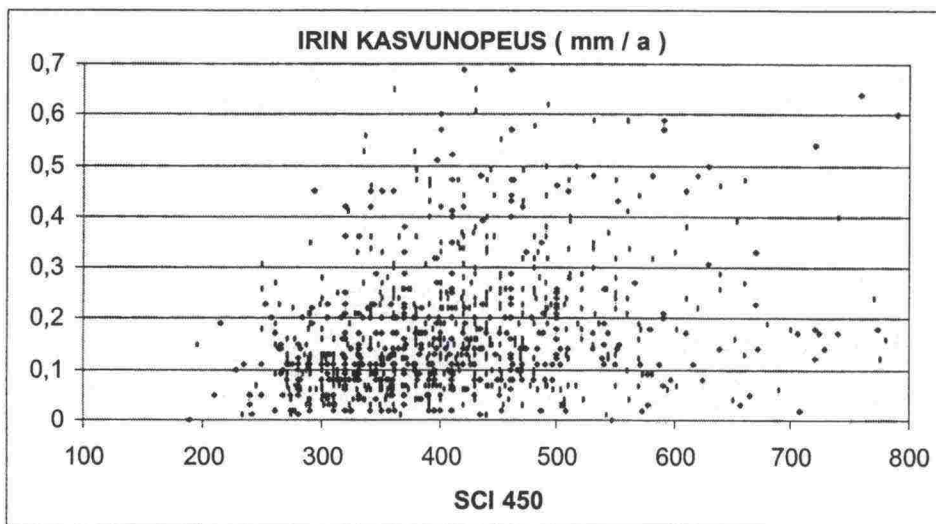


IRI:n kasvunopeus POHJAMAAN MAALAJIN funktiona PAB-teillä.

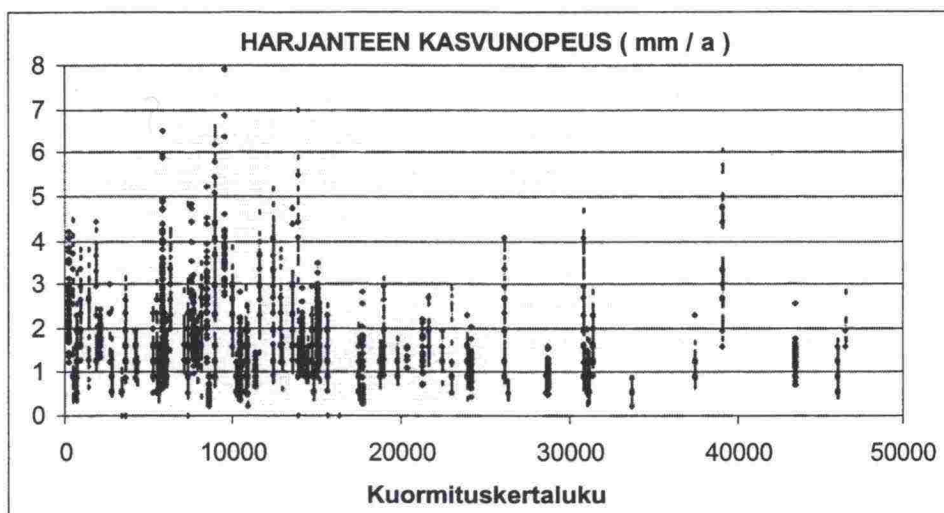


Kuva 1

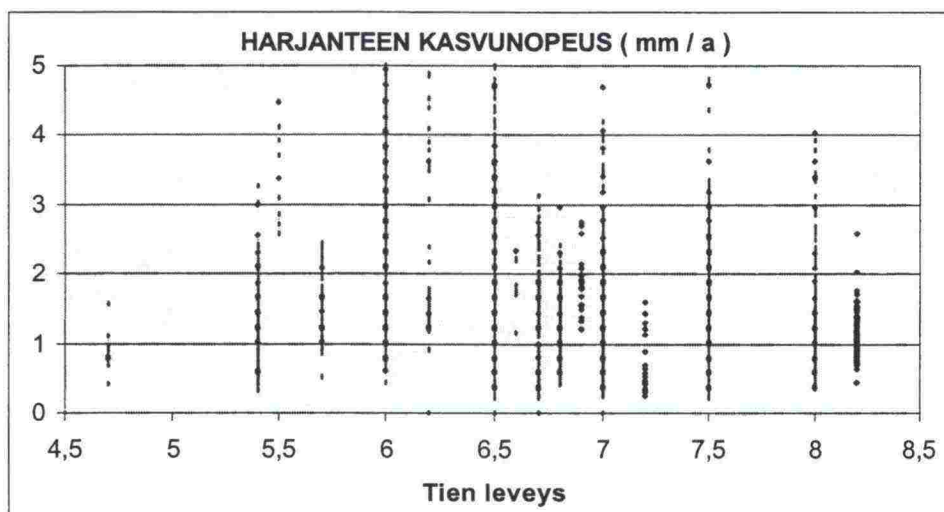
IRI:n kasvunopeus d1200:n funktiona PAB-teillä.



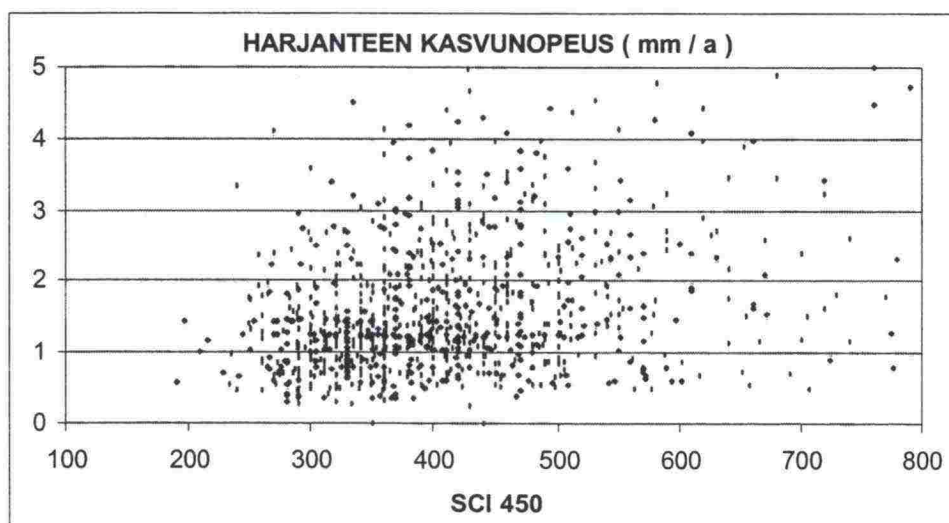
IRI:n kasvunopeus SCI 450:n funktiona PAB-teillä.



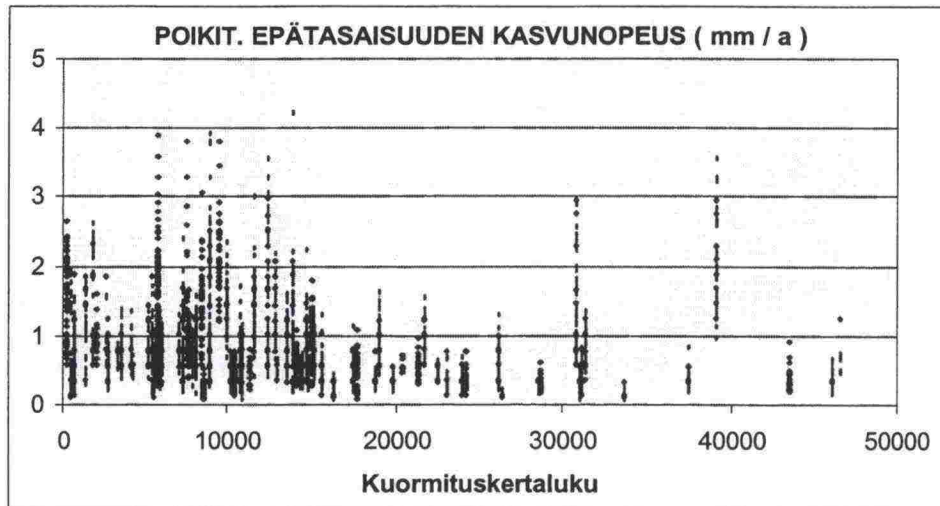
HARJANTEEN kasvunopeus KKL:n funktiona PAB-teillä.



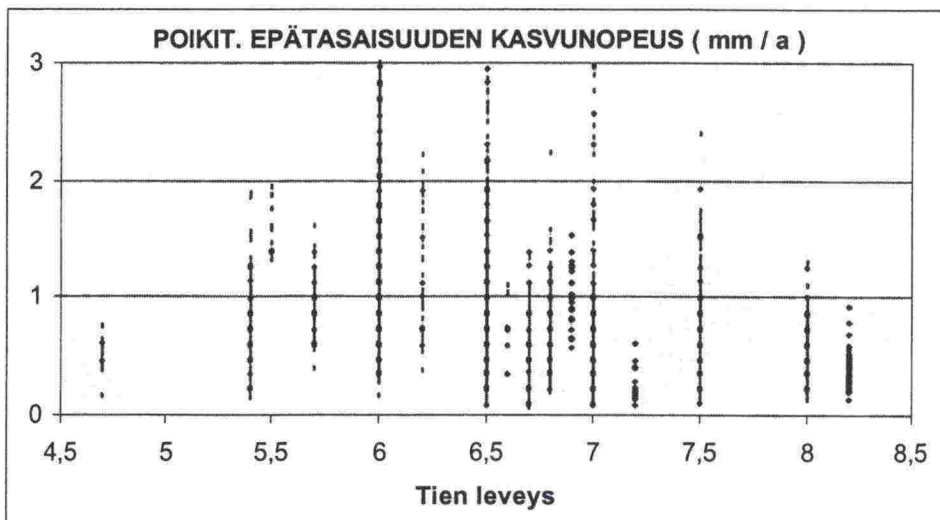
HARJANTEEN kasvunopeus TIEN LEVEYDEN:n funktiona PAB-teillä.



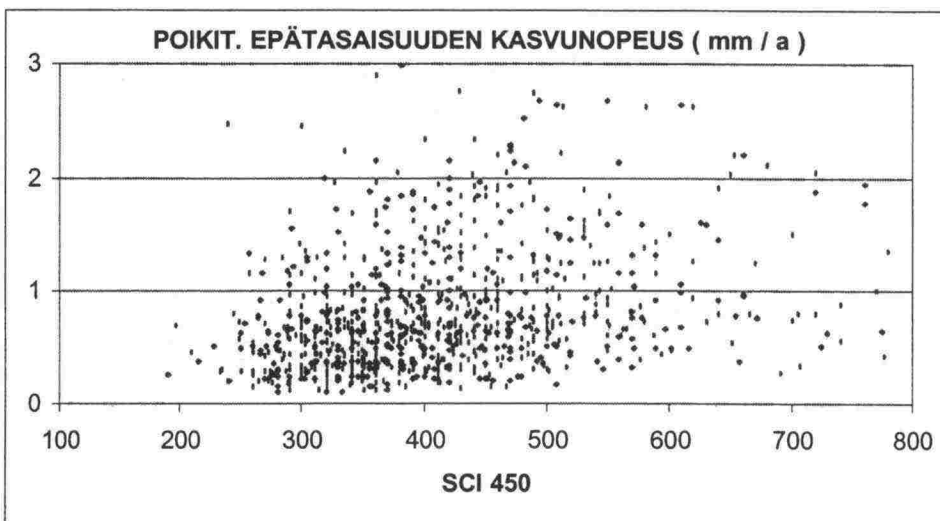
HARJANTEEN kasvunopeus SCI450:n funktiona PAB-teillä.



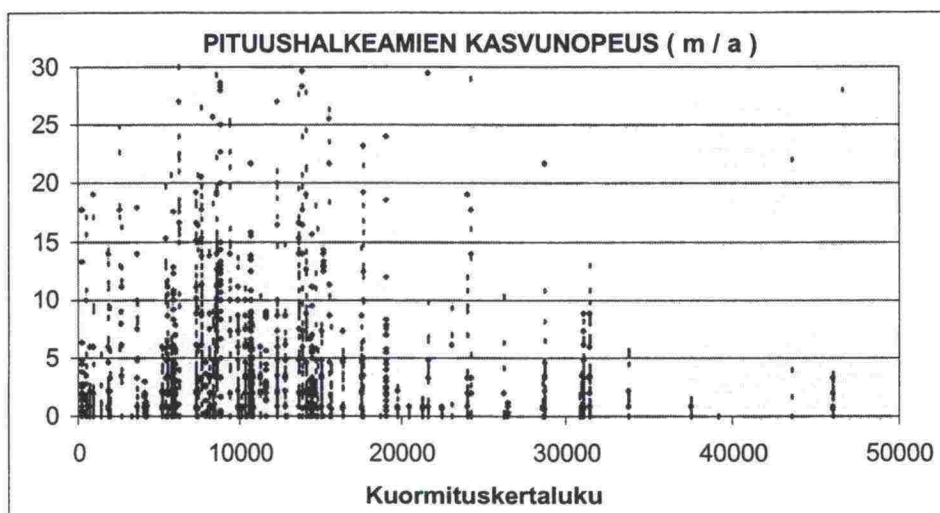
POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus KKL:n funktiona PAB-teillä.



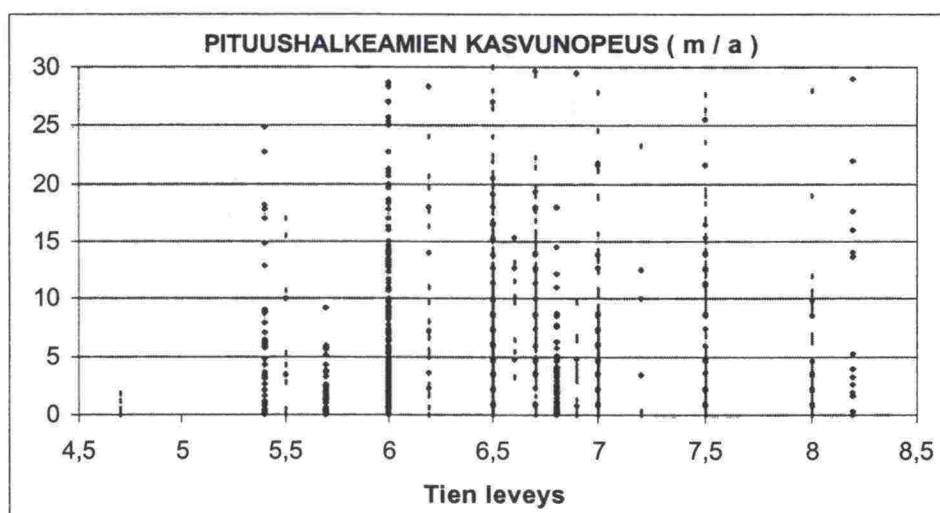
POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus TIEN LEVEYDEN funktiona PAB-teillä.



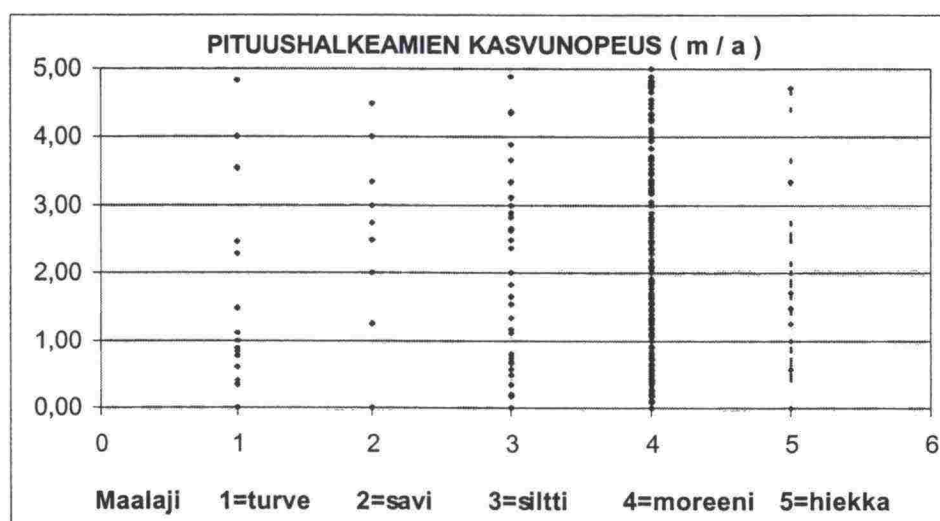
POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus SCI 450 funktiona PAB-teillä.



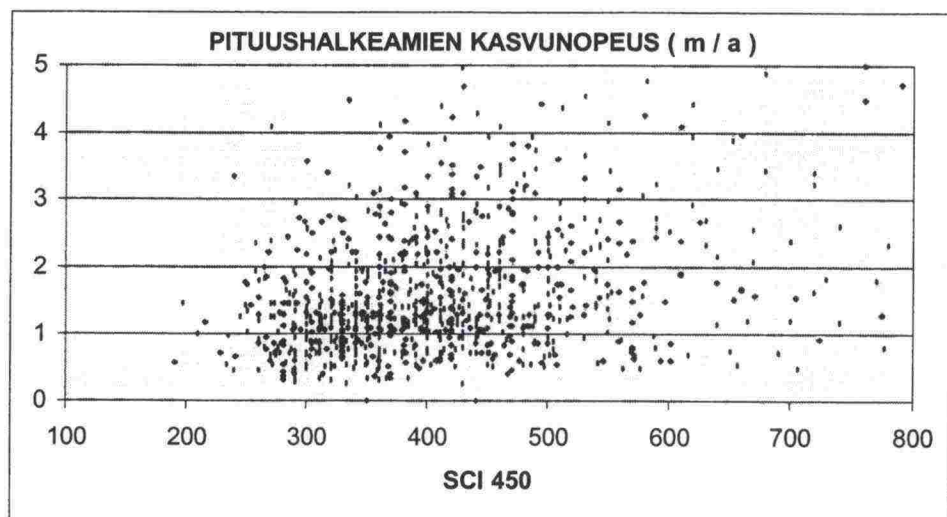
Pituushalkeamien kasvunopeus KKL:n funktiona PAB-teillä.



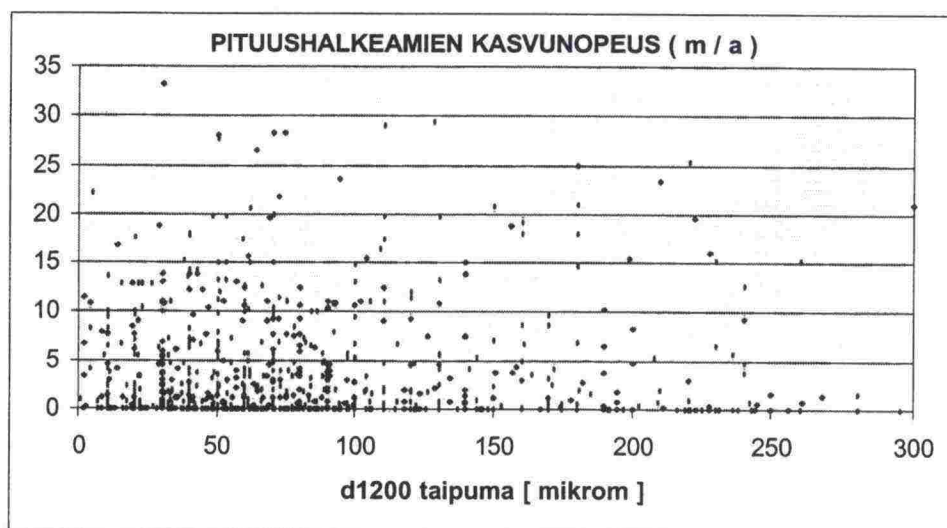
Pituushalkeamien kasvunopeus TIEN LEVEYDEN funktiona PAB-teillä.



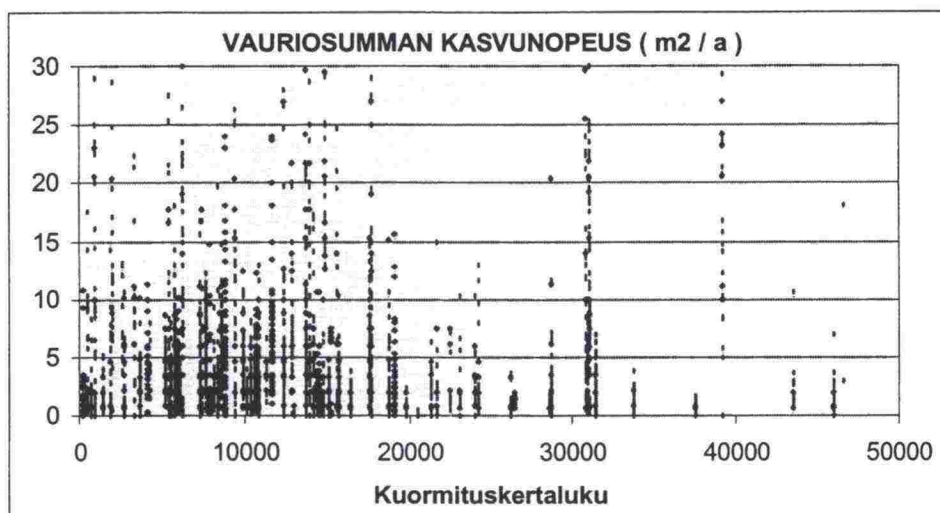
Pituushalkeamien kasvunopeus MAALAJIN funktiona PAB-teillä.



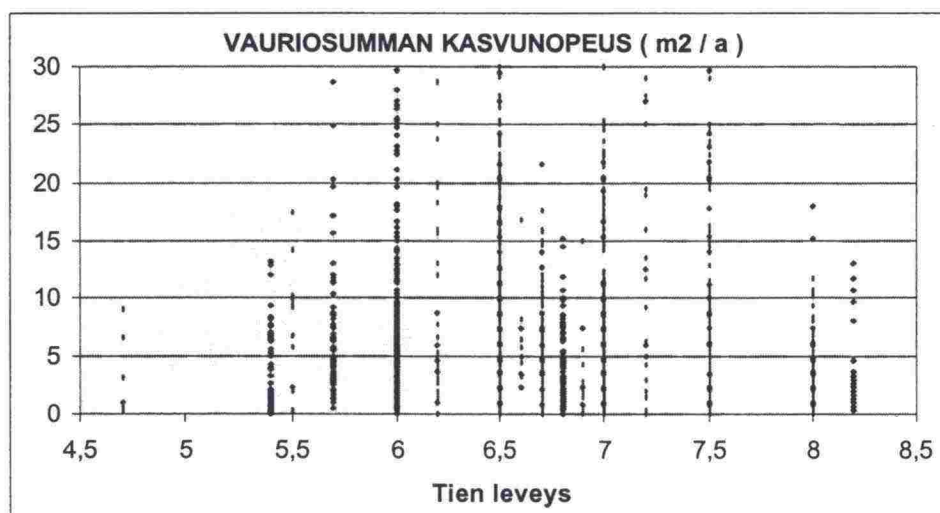
Pituushalkeamien kasvunopeus SCI450 funktiona PAB-teillä.



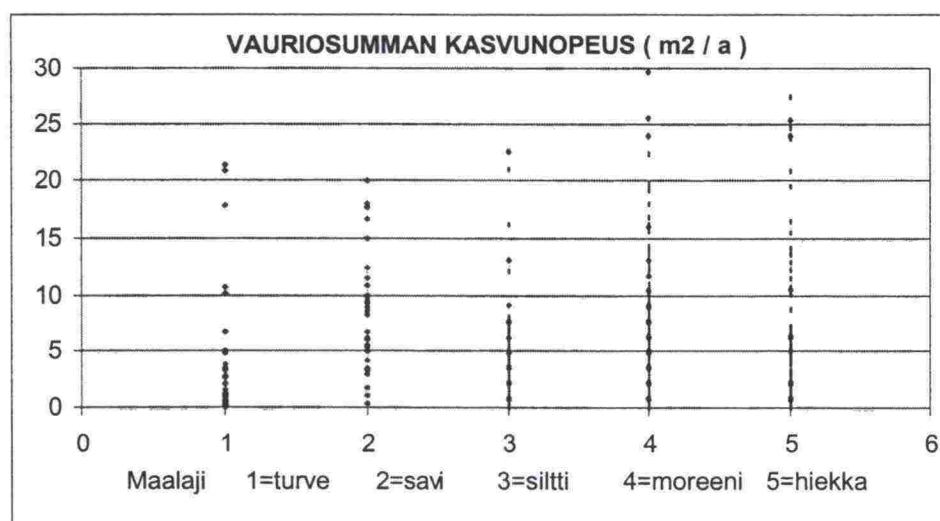
Pituushalkeamien kasvunopeus d1200:n funktiona PAB-teillä.



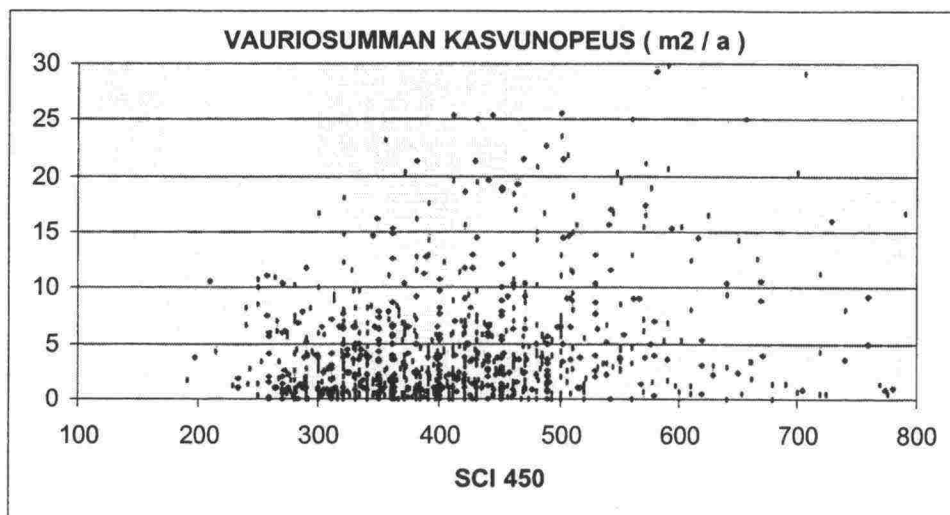
Vauriosumman kasvunopeus KKL:n funktiona PAB-teillä.



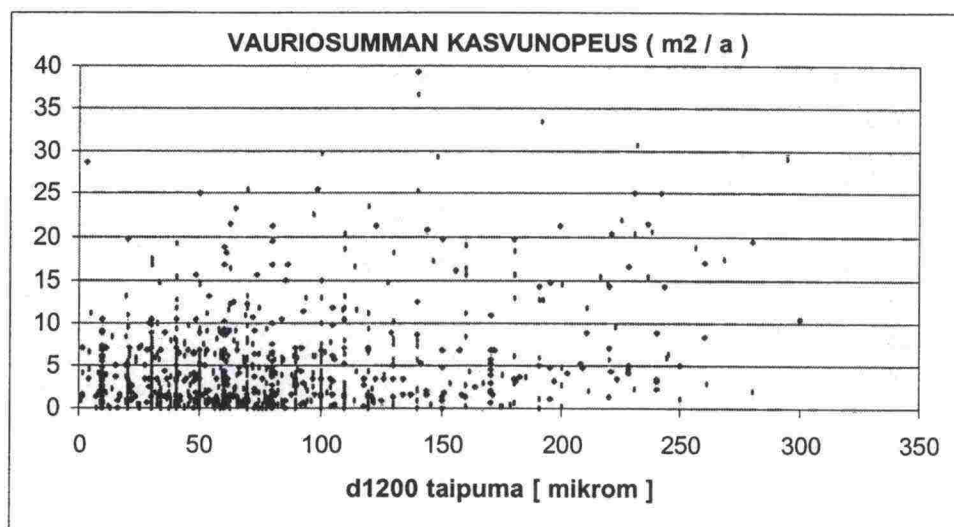
Vauriosumman kasvunopeus TIEN LEVEYDEN funktiona PAB-teillä.



Vauriosumman kasvunopeus MAALAJIN funktiona PAB-teillä.



Vauriosumman kasvunopeus SCI450:n funktiona PAB-teillä.



Vauriosumman kasvunopeus d1200:n funktiona PAB-teillä.

IRI:n kasvunopeus KVL-luokittain PAB-teillä.

KVL-LUOKKA	30 - 350	350 - 550	550 - 850	850 - 1700
KESKIARVO	0,25	0,16	0,17	0,16
HAJONTA	0,20	0,13	0,12	0,14
MEDIAANI	0,19	0,13	0,14	0,12
N	930	896	1021	912

IRI:n kasvunopeus KKL-luokittain PAB-teillä.

KKL-LUOKKA	- 7300	12400	- 18700	- 46500
KESKIARVO	0,20	0,25	0,16	0,13
HAJONTA	0,16	0,20	0,12	0,10
MEDIAANI	0,15	0,19	0,13	0,10
N	922	955	955	927

IRI:n kasvunopeus TIEN LEVEYS-luokittain PAB-teillä.

TIEN LEVEYS	4.7 - 6.5	6.5 - 6.7	6.7 - 7.5	7.5 - 8.2
KESKIARVO	0,27	0,19	0,15	0,13
HAJONTA	0,22	0,14	0,10	0,10
MEDIAANI	0,21	0,16	0,13	0,10
N	918	995	885	961

IRI:n kasvunopeus PÄÄLLYSTEEN LEVEYS-luokittain PAB-teillä.

PÄÄLLYSTE LEVEYS	4.5 - 6.0	6.0 - 6.2	6.2 - 7.0	7.0 - 7.5
KESKIARVO	0,27	0,20	0,15	0,13
HAJONTA	0,22	0,13	0,11	0,10
MEDIAANI	0,21	0,17	0,13	0,10
N	853	1029	896	981

IRI:n kasvunopeus MAALAJI-luokittain PAB-teillä.

MAALAJI	TURVE	SAVI	SILTTI	MOREENI	HIEKKA
KESKIJARVO	0,14	0,30	0,19	0,18	0,15
HAJONTA	0,09	0,14	0,14	0,15	0,11
MEDIAANI	0,11	0,26	0,15	0,14	0,11
N	46	39	112	893	185

IRI:n kasvunopeus LUISKAN KALTEVUUS -luokittain PAB-teillä.

LUISKA	LOIVA	JYRKÄ
KESKIJARVO	0,17	0,23
HAJONTA	0,14	0,16
MEDIAANI	0,13	0,20
N	2498	275

IRI:n kasvunopeus d0-luokittain PAB-teillä.

d0-LUOKKA	400 - 510	510 - 600	600 - 720	720 - 1400
KESKIJARVO	0,15	0,17	0,19	0,24
HAJONTA	0,12	0,12	0,13	0,21
MEDIAANI	0,11	0,12	0,15	0,18
N	242	242	242	242

IRI:n kasvunopeus d1200-luokittain PAB-teillä.

d1200	1 - 40	40 - 67	67 - 100	100 - 300
KESKIJARVO	0,23	0,16	0,17	0,18
HAJONTA	0,19	0,12	0,14	0,16
MEDIAANI	0,20	0,12	0,13	0,14
N	254	229	259	226

IRI:n kasvunopeus SCI200-luokittain PAB-teillä.

SCI 200	80 – 160	160 – 190	190 – 230	230 – 400
KESKIARVO	0,12	0,17	0,20	0,26
HAJONTA	0,08	0,14	0,15	0,20
MEDIAANI	0,10	0,13	0,16	0,21
N	249	236	257	226

IRI:n kasvunopeus SCI450-luokittain PAB-teillä.

SCI 450	200 - 330	330 - 400	400 - 470	470 – 930
KESKIARVO	0,11	0,16	0,22	0,25
HAJONTA	0,08	0,12	0,17	0,20
MEDIAANI	0,10	0,13	0,17	0,19
N	239	248	237	244

IRI:n kasvunopeus BCI-luokittain PAB-teillä.

BCI-LUOKKA	0 – 20	20 - 30	30 - 40	40 - 100
KESKIARVO	0,20	0,17	0,17	0,20
HAJONTA	0,15	0,14	0,14	0,18
MEDIAANI	0,15	0,13	0,14	0,16
N	174	266	253	275

IRI:n kasvunopeus ILMASTOALUE-luokittain PAB-teillä.

ILMASTOALUE	PORI-RAUMA	KOKKOLA	KUUSAMO
KESKIARVO	0,22	0,22	0,12
HAJONTA	0,15	0,18	0,10
MEDIAANI	0,18	0,17	0,09
N	1394	1145	1220

HARJANTEEN kasvunopeus KVL-luokittain PAB-teillä.

KVL-LUOKKA	30 - 300	350 - 550	550 - 850	850 - 1700
KESKIARVO	1,81	1,57	1,70	1,44
HAJONTA	1,17	0,92	0,77	0,89
MEDIAANI	1,41	1,31	1,50	1,23
N	927	972	910	931

HARJANTEEN kasvunopeus KKL-luokittain PAB-teillä.

KKL-KUOKKA	- 7300	- 11600	- 19000	- 46500
KESKIARVO	1,71	1,82	1,58	1,39
HAJONTA	0,94	1,14	0,85	0,82
MEDIAANI	1,48	1,50	1,37	1,18
N	921	956	921	942

HARJANTEEN kasvunopeus TIEN LEVEYS-luokittain PAB-teillä.

TIEN LEVEYS	4.7 - 6.5	6.5 - 6.7	6.7 - 7.5	7.5 - 8.2
KESKIARVO	2,25	1,61	1,26	1,37
HAJONTA	1,22	0,93	0,62	0,60
MEDIAANI	1,94	1,42	1,16	1,25
N	917	996	845	982

HARJANTEEN kasvunopeus PÄÄLLYSTE LEVEYS-luokittain PAB-teillä.

PÄÄLLYSTE LEVEYS	4.5 - 6.0	6.0 - 6.2	6.2 - 7.0	7.0 - 7.5
KESKIARVO	2,23	1,72	1,23	1,36
HAJONTA	1,21	0,97	0,65	0,60
MEDIAANI	1,92	1,49	1,13	1,24
N	853	1028	856	1003

HARJANTEEN kasvunopeus MAALAJI-luokittain PAB-teillä.

MAALAJI	TURVE	SAVI	SILTTI	MOREENI	HIEKKA
KESKIAARVO	1,24	2,72	1,34	1,43	1,58
HAJONTA	0,57	0,99	0,50	0,72	1,01
MEDIAANI	1,14	2,70	1,26	1,25	1,25
N	46	39	113	905	187

HARJANTEEN kasvunopeus LUISKAN KALTEVUUS-luokittain PAB-teillä.

LUISKA	LOIVA	JYRKKÄ
KESKIAARVO	1,59	1,88
HAJONTA	0,87	1,12
MEDIAANI	1,34	1,60
N	2476	274

HARJANTEEN kasvunopeus d0-luokittain PAB-teillä.

d0-LUOKKA	400 – 510	510 - 600	600 - 720	720 - 1400
KESKIAARVO	1,40	1,50	1,58	2,05
HAJONTA	0,77	0,75	0,85	1,28
MEDIAANI	1,21	1,32	1,36	1,71
N	242	243	243	243

HARJANTEEN kasvunopeus d1200-luokittain PAB-teillä.

d1200	1 - 40	40 - 67	67 - 100	100 - 300
KESKIAARVO	1,73	1,54	1,26	1,69
HAJONTA	0,91	0,83	1,00	1,12
MEDIAANI	1,54	1,32	1,26	1,32
N	252	235	255	229

HARJANTEEN kasvunopeus SCI200-luokittain PAB-teillä.

SCI 200	80 – 160	160 – 190	190 – 230	230 – 400
KESKIJARVO	1,27	1,50	1,68	2,11
HAJONTA	0,68	0,92	0,88	1,18
MEDIAANI	1,16	1,30	1,68	1,86
N	251	236	257	227

HARJANTEEN kasvunopeus SCI450-luokittain PAB-teillä.

SCI 450	190 – 330	330 – 400	400 – 470	470 – 930
KESKIJARVO	1,25	1,49	1,78	2,01
HAJONTA	0,66	0,79	1,00	1,17
MEDIAANI	1,14	1,29	1,49	1,72
N	241	241	244	245

HARJANTEEN kasvunopeus BCI-luokittain PAB-teillä.

BCI-LUOKKA	0 – 20	20 – 30	30 – 40	40 – 100
KESKIJARVO	1,62	1,36	1,62	1,79
HAJONTA	0,87	0,70	0,89	1,20
MEDIAANI	1,38	1,23	1,38	1,42
N	308	130	256	277

HARJANTEEN kasvunopeus ILMASTOALUE -luokittain PAB-teillä.

ILMASTOALUE	PORI-RAUMA	KOKKOLA	KUUSAMO
KESKIJARVO	1,83	1,70	1,32
HAJONTA	0,93	1,06	0,82
MEDIAANI	1,64	1,39	1,12
N	1405	1141	1194

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus KVL-luokittain PAB-teillä.

KVL-LUOKKA	30 - 350	350 - 550	550 - 850	850 - 1700
KESKIARVO	0,98	0,76	0,74	0,64
HAJONTA	0,67	0,57	0,46	0,55
MEDIAANI	0,77	0,62	0,63	0,43
N	927	897	955	931

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus KKL-luokittain PAB-teillä.

KKL-KUOKKA	- 7500	- 12400	- 19000	- 46500
KESKIARVO	0,90	0,93	0,73	0,57
HAJONTA	0,55	0,67	0,50	0,51
MEDIAANI	0,76	0,70	0,62	0,38
N	919	885	964	942

POIKITTAISEN EPÄTAS. kasvunopeus TIEN LEVEYS-luokittain PAB-teillä.

TIEN LEVEYS	4.7 - 6.5	6.5 - 6.7	6.7 - 7.5	7.5 - 8.2
KESKIARVO	1,25	0,81	0,55	0,50
HAJONTA	0,71	0,53	0,38	0,27
MEDIAANI	1,03	0,70	0,47	0,42
N	917	954	888	951

Poikittaisen Epätasais. Kasvunopeus Päällyste Leveys-luokittain PAB-teillä.

PÄÄLLYSTE LEVEYS	6.0 - 6.5	6.5 - 7.0	7.0 - 7.5	7.5 - 8.5
KESKIARVO	1,26	0,86	0,54	0,50
HAJONTA	0,71	0,53	0,38	0,27
MEDIAANI	1,04	0,73	0,45	0,42
N	853	986	899	972

POIKITTAISEN EPÄTAS. kasvunopeus MAALAJI-luokittain PAB-teillä.

MAALAJI	TURVE	SAVI	SILTTI	MOREENI	HIEKKA
KESKIJARVO	0,53	1,56	0,66	0,69	0,81
HAJONTA	0,34	0,83	0,36	0,44	0,64
MEDIAANI	0,42	1,55	0,58	0,59	0,67
N	46	39	113	906	187

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus LUISKAN KALTEVUUS-luokittain PAB-teillä.

LUISKA	LOIVA	JYRKKÄ
KESKIJARVO	0,74	1,02
HAJONTA	0,53	0,73
MEDIAANI	0,59	0,80
N	2454	268

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus d0-luokittain PAB-teillä.

d0-LUOKKA	400 – 510	510 - 600	600 - 720	720 – 1400
KESKIJARVO	0,68	0,73	0,78	1,09
HAJONTA	0,48	0,49	0,49	0,70
MEDIAANI	0,48	0,49	0,49	0,70
N	242	240	243	240

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus d1200-luokittain PAB-teillä.

d1200	1 – 40	40 - 67	67 - 100	100 - 300
KESKIJARVO	0,90	0,78	0,78	0,82
HAJONTA	0,50	0,51	0,65	0,60
MEDIAANI	0,80	0,63	0,55	0,68
N	252	230	259	224

POIKITTAISEN EPÄTAS. kasvunopeus SCI200-luokittain PAB-teillä.

SCI 200	60 – 160	160 – 190	190 – 230	230 – 400
KESKIARVO	0,58	0,73	0,85	1,14
HAJONTA	0,42	0,62	0,52	0,67
MEDIAANI	0,48	0,52	0,72	0,96
N	251	230	230	259

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus SCI450-luokittain PAB-teillä.

SCI 450	190 - 330	330 - 400	400 - 470	470 - 930
KESKIARVO	0,58	0,72	0,89	1,08
HAJONTA	0,43	0,48	0,56	0,66
MEDIAANI	0,47	0,62	0,72	0,86
N	240	241	243	241

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus BCI-luokittain PAB-teillä.

BCI-LUOKKA	0 – 20	20 – 30	30 – 40	40 – 100
KESKIARVO	0,87	0,73	0,80	0,89
HAJONTA	0,54	0,47	0,56	0,67
MEDIAANI	0,74	0,63	0,67	0,70
N	174	264	254	273

POIKITTAISEN EPÄTAS. kasvunopeus ILMASTOALUE -luokittain PAB-teillä.

ILMASTOALUE	PORI-RAUMA	KOKKOLA	KUUSAMO
KESKIARVO	0,93	0,81	0,58
HAJONTA	0,57	0,59	0,52
MEDIAANI	0,78	0,65	0,40
N	1332	1141	1237

Pituushalkeamien kasvunopeus KVL-luokittain PAB-teillä.

KVL-LUOKKA	30 – 315	315 – 535	535 – 835	835 – 1690
KESKIJARVO	4,7	6,6	6,4	6,7
HAJONTA	5,7	8,4	8,0	7,0
MEDIAANI	2,8	3,3	3,3	4,3
N	459	455	482	446

Pituushalkeamien kasvunopeus KKL-luokittain PAB-teillä.

KKL-LUOKKA	- 7500	- 10700	- 15100	- 46500
KESKIJARVO	6,2	7,3	6,5	4,1
HAJONTA	7,8	7,7	7,0	6,2
MEDIAANI	3,3	5,0	3,9	2,0
N	466	491	440	445

Pituushalkeamien kasvunopeus TIEN LEVEYS-luokittain PAB-teillä.

TIEN LEVEYS	4.7 – 6.0	6.0 – 6.5	6.5 – 7.0	7.0 – 8.2
KESKIJARVO	6,2	6,6	7,5	5,0
HAJONTA	8,5	7,4	6,4	6,4
MEDIAANI	3,0	3,9	5,9	2,5
N	477	540	207	618

Pituushalkeamien kasvunop. PÄÄLLYSTEEN LEVEYS-luokittain PAB-teillä.

PÄÄLLYSTE LEVEYS	4.5 – 6.0	6.0	6.0 – 6.5	6.5 – 7.5
KESKIJARVO	6,6	5,9	5,4	7,0
HAJONTA	8,7	7,2	5,8	7,8
MEDIAANI	3,3	3,3	3,3	3,7
N	459	517	579	287

Pituushalkeamien kasvunopeus MAALAJI-luokittain PAB-teillä.

MAALAJI	TURVE	SAVI	SILTTI	MOREENI	HIEKKA
KESKIARVO	4,1	8,0	4,9	4,4	8,6
HAJONTA	4,7	7,7	5,5	4,7	11,1
MEDIAANI	2,3	4,3	2,9	2,5	4,0
N	19	18	56	500	48

Pituushalkeamien kasvunopeus LUISKAN KALTEVUUS-luokittain PAB-teillä.

LUISKA	LOIVA	JYRKKÄ
KESKIARVO	5,7	6,74
HAJONTA	7,4	7,56
MEDIAANI	3,1	4,32
N	1151	139

Pituushalkeamien kasvunopeus d0-luokittain PAB-teillä.

d0-LUOKKA	400 – 515	515 – 615	615 – 750	750 – 1360
KESKIARVO	6,1	5,3	5,4	6,3
HAJONTA	6,2	5,8	6,8	6,2
MEDIAANI	3,6	3,4	2,8	4,3
N	138	140	140	139

Pituushalkeamien kasvunopeus d1200-luokittain PAB-teillä.

d1200	1 - 40	40 - 68	68 - 102	102 – 300
KESKIARVO	5,2	5,8	5,3	6,8
HAJONTA	5,3	6,1	5,5	7,7
MEDIAANI	3,5	3,4	3,5	3,7
N	137	140	141	139

Pituushalkeamien kasvunopeus SCI200-luokittain PAB-teillä.

SCI200	60 – 161	161 - 192	192 – 233	233 - 400
KESKIARVO	6,6	6,0	5,1	5,4
HAJONTA	6,4	6,9	5,7	5,8
MEDIAANI	4,0	2,9	2,8	3,8
N	139	141	138	139

Pituushalkeamien kasvunopeus SCI450-luokittain PAB-teillä.

SCI450	190 – 340	340 - 400	400 - 480	480 – 920
KESKIARVO	6,4	5,3	5,9	5,4
HAJONTA	6,4	6,0	6,9	5,7
MEDIAANI	4,5	2,7	3,3	3,8
N	143	138	137	139

Pituushalkeamien kasvunopeus BCI-luokittain PAB-teillä.

BCI-LUOKKA	0 – 20	20 - 30	30 - 40	40 - 100
KESKIARVO	5,1	5,9	5,3	7,1
HAJONTA	5,8	6,3	5,7	7,0
MEDIAANI	2,8	3,4	3,4	4,8
N	164	149	126	118

Pituushalkeamien kasvunopeus ILMASTOALUE-luokittain PAB-teillä.

ILMASTOALUE	PORI	KOKKOLA	KUUSAMO
KESKIARVO	6,8	5,3	5,6
HAJONTA	7,0	6,9	8,1
MEDIAANI	4,5	2,7	2,4
N	849	450	543

VAURIOSUMMAN kasvunopeus KVL-luokittain PAB-teillä.

KVL-LUOKKA	30 - 300	350 - 550	550 - 850	850 - 1700
KESKIARVO	4,6	5,5	4,3	4,2
HAJONTA	6,1	7,2	5,5	5,8
MEDIAANI	3,0	2,6	2,3	2,0
N	833	793	832	799

VAURIOSUMMAN kasvunopeus KKL-luokittain PAB-teillä.

KKL-KUOKKA	- 7300	- 12400	- 18700	- 46500
KESKIARVO	4,6	4,6	5,5	3,9
HAJONTA	5,6	4,8	7,4	6,4
MEDIAANI	2,7	3,3	3,0	1,3
N	796	827	818	819

VAURIOSUMMAN kasvunopeus TIEN LEVEYS-luokittain PAB-teillä.

TIEN LEVEYS	4.7 - 6.5	6.5 - 6.7	6.7 - 7.5	7.5 - 8.2
KESKIARVO	5,6	5,7	4,0	3,3
HAJONTA	7,3	6,6	5,0	5,2
MEDIAANI	3,3	3,3	2,3	1,3
N	818	796	885	758

VAURIOSUMMAN kasvunopeus PÄÄLLYSTE LEVEYS-luokittain PAB-teillä.

PÄÄLLYSTE LEVEYS	6.0 - 6.5	6.5 - 7.0	7.0 - 7.5	7.5 - 8.5
KESKIARVO	5,2	6,0	4,1	3,3
HAJONTA	6,1	7,7	5,0	5,2
MEDIAANI	3,5	3,3	2,3	1,3
N	763	810	924	760

VAURIOSUMMAN kasvunopeus MAALAJI-luokittain PAB-teillä.

MAALAJI	TURVE	SAVI	SILTTI	MOREENI	HIEKKA
KESKIARVO	5,0	8,0	3,8	3,4	3,6
HAJONTA	7,7	5,1	3,9	3,6	5,5
MEDIAANI	1,6	8,2	2,8	2,2	1,2
N	37	33	107	819	158

VAURIOSUMMAN kasvunopeus LUISKAN KALTEVUUS-luokittain PAB-teillä.

LUISKA	LOIVA	VÄLIMUOTO	JYRKKÄ
KESKIARVO	3,8	8,9	6,3
HAJONTA	5,1	9,4	6,8
MEDIAANI	2,0	5,9	4,4
N	2156	168	86

VAURIOSUMMAN kasvunopeus d0-luokittain PAB-teillä.

d0-LUOKKA	400 – 510	510 - 600	600 - 730	730 - 1400
KESKIARVO	3,5	3,3	4,9	8,0
HAJONTA	3,4	3,5	5,2	7,7
MEDIAANI	2,2	2,0	3,3	5,0
N	226	226	227	225

VAURIOSUMMAN kasvunopeus d1200-luokittain PAB-teillä.

D1200	1 – 40	40 - 67	67 - 100	100 - 300
KESKIARVO	4,2	4,1	4,0	7,5
HAJONTA	3,9	4,5	4,8	7,7
MEDIAANI	3,3	2,6	2,4	4,7
N	243	209	233	219

VAURIOSUMMAN kasvunopeus SCI200-luokittain PAB-teillä.

SCI 200	60 – 160	160 – 190	190 – 230	230 – 400
KESKIARVO	3,3	4,3	4,9	7,4
HAJONTA	3,2	5,0	5,6	7,1
MEDIAANI	1,9	2,7	3,1	4,9
N	226	227	237	214

VAURIOSUMMAN kasvunopeus SCI450-luokittain PAB-teillä.

SCI 450	190 – 330	330 - 400	400 - 470	470 - 920
KESKIARVO	3,3	3,6	5,2	7,5
HAJONTA	3,3	4,1	5,6	7,3
MEDIAANI	2,0	2,0	3,5	5,0
N	225	227	222	230

VAURIOSUMMAN kasvunopeus BCI-luokittain PAB-teillä.

BCI-LUOKKA	0 – 20	20 – 30	30 – 40	40 – 100
KESKIARVO	3,7	3,9	4,1	7,4
HAJONTA	4,1	4,4	4,3	7,3
MEDIAANI	2,2	2,8	2,8	5,0
N	166	247	229	262

VAURIOSUMMAN kasvunopeus ILMASTOALUE -luokittain PAB-teillä.

ILMASTOALUE	PORI-RAUMA	KOKKOLA	KUUSAMO
KESKIARVO	5,9	4,1	3,7
HAJONTA	6,3	6,0	5,9
MEDIAANI	4,0	2,3	1,3
N	1239	938	1080

IRI:n kasvunopeus KVL-luokittain AB-teillä.

KVL-LUOKKA	300 – 750	750 - 1250	1250 - 1550	1550 - 2000
KESKIARVO	0,18	0,12	0,15	0,11
HAJONTA	,17	0,14	0,12	,10
MEDIAANI	0,14	0,08	0,11	0,08
N	306	278	294	316

IRI:n kasvunopeus KKL-luokittain AB-teillä.

KKL-LUOKKA	- 13300	- 26700	- 40500	- 113000
KESKIARVO	0,18	0,14	0,12	0,13
HAJONTA	0,20	0,10	0,09	0,13
MEDIAANI	0,12	0,11	0,10	0,09
N	285	262	355	292

IRI:n kasvunopeus TIEN LEVEYS-luokittain AB-teillä.

TIEN LEVEYS	6.4 – 7.0	7.0 – 7.5	7.5 – 8.0	8.0 – 8.5
KESKIARVO	0,16	0,15	0,15	0,12
HAJONTA	0,14	0,12	0,12	0,14
MEDIAANI	0,13	0,11	0,12	0,08
N	251	372	108	463

IRI:n kasvunopeus PÄÄLLYSTEEN LEVEYS-luokittain AB-teillä.

PÄÄLLYSTE LEVEYS	6.0 – 6.5	6.5 – 7.0	7.0 – 7.5	7.5 – 8.0
KESKIARVO	0,15	0,15	0,15	0,12
HAJONTA	0,13	0,13	0,12	0,15
MEDIAANI	0,12	0,13	0,12	0,08
N	406	274	108	406

IRI:n kasvunopeus MAALAJI-luokittain AB-teillä.

MAALAJI	TURVE	SILTTI	MOREENI	HIEKKA
KESKIARVO	0,08	0,10	0,15	0,09
HAJONTA	0,05	0,07	0,15	0,17
MEDIAANI	0,06	0,08	0,11	0,07
N	21	145	257	38

IRI:n kasvunopeus LUISKAN KALTEVUUS -luokittain AB-teillä.

LUISKA	LOIVA	VÄLIMUOTO	JYRKKÄ
KESKIARVO	0,13	0,17	0,15
HAJONTA	0,12	0,13	0,14
MEDIAANI	0,10	0,13	0,11
N	670	62	59

IRI:n kasvunopeus d0-luokittain AB-teillä.

d0-LUOKKA	260 - 440	440 - 510	510 - 610	610 - 800
KESKIARVO	0,12	0,12	0,10	0,15
HAJONTA	0,12	0,10	0,08	0,18
MEDIAANI	0,09	0,09	0,09	0,11
N	77	78	79	78

IRI:n kasvunopeus D120-luokittain AB-teillä.

d1200	5 - 57	57 - 88	88 - 117	117 - 210
KESKIARVO	0,15	0,12	0,12	0,10
HAJONTA	0,17	0,14	0,10	0,06
MEDIAANI	0,10	0,09	0,09	0,09
N	77	80	77	78

IRI:n kasvunopeus SCI 200-luokittain AB-teillä.

SCI 200	30 – 110	110 – 130	130 – 160	160 – 280
KESKIARVO	0,13	0,10	0,10	0,16
HAJONTA	0,12	0,07	0,09	0,18
MEDIAANI	0,09	0,09	0,09	0,11
N	79	74	79	80

IRI:n kasvunopeus SCI450-luokittain 8AB-teillä.

SCI 450	80 – 230	230 - 270	270 - 330	330 - 600
KESKIARVO	0,13	0,11	0,10	0,16
HAJONTA	0,12	0,08	0,09	0,18
MEDIAANI	0,09	0,09	0,08	0,11
N	83	73	78	78

IRI:n kasvunopeus BCI-luokittain AB-teillä.

BCI-LUOKKA	5 – 27	27 - 32	32 - 40	40 - 80
KESKIARVO	0,14	0,12	0,12	0,12
HAJONTA	0,14	0,13	0,13	0,09
MEDIAANI	0,10	0,08	0,10	0,09
N	74	84	88	66

IRI:n kasvunopeus ILMASTOALUE-luokittain AB-teillä.

ILMASTOALUE	PORI-RAUMA	KOKKOLA
KESKIARVO	0,14	0,14
HAJONTA	0,11	0,17
MEDIAANI	0,11	0,09
N	757	437

HARJANTEEN kasvunopeus KVL-luokittain AB-teillä.

KVL-LUOKKA	300 - 800	800 - 1250	1250 - 1550	1550 - 2000
KESKIARVO	1,33	1,01	1,17	1,13
HAJONTA	1,08	0,75	0,63	0,47
MEDIAANI	1,11	0,90	1,01	1,07
N	317	293	298	

HARJANTEEN kasvunopeus KKL-luokittain AB-teillä.

KKL-KUOKKA	- 13300	- 26700	- 42900	- 113300
KESKIARVO	1,35	1,20	0,92	1,22
HAJONTA	1,26	0,37	0,41	0,63
MEDIAANI	1,00	1,15	0,81	1,10
N	309	266	357	320

HARJANTEEN kasvunopeus TIEN LEVEYS-luokittain AB-teillä.

TIEN LEVEYS	6.4 - 7.0	7.0 - 7.5	7.5 - 8.0	8.0 - 9.0
KESKIARVO	1,37	1,03	1,38	1,10
HAJONTA	0,76	0,47	0,55	0,96
MEDIAANI	1,22	0,96	1,30	0,83
N	258	396	112	486

HARJANTEEN kasvunopeus PÄÄLLYSTE LEVEYS-luokittain AB-teillä.

PÄÄLLYSTE LEVEYS	6.0 - 6.5	6.5 - 7.0	7.0 - 7.5	7.5 - 8.5
KESKIARVO	1,25	1,00	1,38	1,12
HAJONTA	0,67	0,45	0,55	1,02
MEDIAANI	1,12	0,90	1,30	0,81
N	418	293	112	429

HARJANTEEN kasvunopeus MAALAJI-luokittain AB-teillä.

MAALAJI	TURVE	SILTTI	MOREENI	HIEKKA
KESKIARVO	0,95	0,76	1,06	1,22
HAJONTA	0,15	0,27	0,80	0,34
MEDIAANI	0,96	0,73	0,89	1,27
N	21	153	279	38

HARJANTEEN kasvunopeus LUISKAN KALTEVUUS-luokittain AB-teillä.

LUISKA	LOIVA	VÄLIMUOTO	JYRKKÄ
KESKIARVO	1,13	1,25	1,05
HAJONTA	0,60	0,78	0,94
MEDIAANI	1,02	1,11	0,87
N	706	65	64

HARJANTEEN kasvunopeus d0-luokittain AB-teillä.

D0-LUOKKA	250 – 430	430 - 500	500 – 610	610 – 800
KESKIARVO	1,03	0,94	0,91	1,29
HAJONTA	0,53	0,41	0,41	1,17
MEDIAANI	0,96	0,84	0,82	1,02
N	81	81	82	81

HARJANTEEN kasvunopeus d1200-luokittain AB-teillä.

d1200	5 – 57	57 - 86	86 - 112	112 – 210
KESKIARVO	1,20	1,12	0,95	0,89
HAJONTA	0,96	0,86	0,50	0,32
MEDIAANI	1,08	0,95	0,81	0,83
N	81	81	82	81

HARJANTEEN kasvunopeus SCI200-luokittain AB-teillä.

SCI 200	30 - 105	105 - 130	130 - 160	160 - 285
KESKIARVO	0,95	0,89	0,98	1,34
HAJONTA	0,55	0,35	0,45	1,14
MEDIAANI	0,78	0,82	0,85	1,09
N	81	81	83	83

HARJANTEEN kasvunopeus SCI450-luokittain AB-teillä.

SCI 450	80 - 230	230 - 280	280 - 330	330 - 600
KESKIARVO	0,98	0,92	0,94	1,33
HAJONTA	0,53	0,42	0,41	1,16
MEDIAANI	0,79	0,83	0,85	1,09
N	75	87	82	81

HARJANTEEN kasvunopeus BCI-luokittain AB-teillä.

BCI-LUOKKA	5 - 27	27 - 31	31 - 40	40 - 80
KESKIARVO	1,20	1,14	1,01	0,92
HAJONTA	0,78	0,87	0,78	0,48
MEDIAANI	1,04	0,91	0,83	0,79
N	81	84	93	67

HARJANTEEN kasvunopeus ILMASTOALUE -luokittain AB-teillä.

ILMASTOALUE	PORI-RAUMA	KOKKOLA
KESKIARVO	1,19	1,10
HAJONTA	0,49	1,11
MEDIAANI	1,13	0,78
N	802	450

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus KVL-luokittain AB-teillä.

KVL-LUOKKA	300 – 800	800 - 1250	1250 - 1550	1550 – 2000
KESKIJARVO	0,56	0,44	0,38	0,40
HAJONTA	0,37	0,33	0,20	0,18
MEDIAANI	0,48	0,37	0,31	0,36
N	317	293	298	344

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus KKL-luokittain AB-teillä.

KKL-KUOKKA	- 13300	- 26700	- 42900	- 113300
KESKIJARVO	0,55	0,46	0,36	0,42
HAJONTA	0,45	0,21	0,19	0,19
MEDIAANI	0,43	0,40	0,31	0,40
N	309	266	357	320

POIKITTAISEN EPÄTAS. kasvunopeus TIEN LEVEYS-luokittain AB-teillä.

TIEN LEVEYS	6.4 – 7.0	7.0 – 7.5	7.5 – 8.0	8.0 – 8.5
KESKIJARVO	0,57	0,45	0,42	0,38
HAJONTA	0,34	0,27	0,18	0,27
MEDIAANI	0,50	0,40	0,43	0,32
N	258	396	112	486

Poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeus päällyste leveys-luokittain AB-teillä.

PÄÄLLYSTE LEVEYS	6.0 – 6.5	6.5 – 7.0	7.0 – 7.5	7.5 – 8.5
KESKIJARVO	0,56	0,38	0,42	0,38
HAJONTA	0,33	0,19	0,18	0,29
MEDIAANI	0,50	0,34	0,43	0,31
N	418	293	112	429

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUD. kasvunopeus MAALAJI-luokittain AB-teillä.

MAALAJI	TURVE	SILTTI	MOREENI	HIEKKA
KESKIJARVO	0,27	0,26	0,41	0,38
HAJONTA	0,07	0,12	0,33	0,13
MEDIAANI	0,26	0,23	0,32	0,37
N	21	153	279	38

POIKITTAISEN EPÄTAS. kasvunopeus luiskan kaltevuus-luokittain AB-teillä.

LUISKA	LOIVA	VÄLIMUOTO	JYRKKÄ
KESKIJARVO	0,40	0,56	0,46
HAJONTA	0,21	0,40	0,45
MEDIAANI	0,34	0,44	0,31
N	706	65	64

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus d0-luokittain AB-teillä.

d0-LUOKKA	250 - 430	430 - 500	500 - 610	610 - 800
KESKIJARVO	0,41	0,34	0,35	0,47
HAJONTA	0,23	0,18	0,18	0,35
MEDIAANI	0,35	0,30	0,30	0,38
N	81	81	82	81

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus d1200-luokittain AB-teillä.

d1200	5 - 57	57 - 86	86 - 113	113 - 210
KESKIJARVO	0,46	0,41	0,38	0,34
HAJONTA	0,30	0,28	0,21	0,16
MEDIAANI	0,40	0,33	0,30	0,31
N	81	81	82	81

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus SCI200-luokittain AB-teillä.

SCI 200	30 - 105	105 - 130	130 - 160	160 - 285
KESKIARVO	0,38	0,33	0,37	0,50
HAJONTA	0,24	0,14	0,18	0,34
MEDIAANI	0,31	0,31	0,30	0,41
N	81	78	83	83

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus SCI450-luokittain AB-teillä.

SCI 450	80 - 230	230 - 280	280 - 330	330 - 600
KESKIARVO	0,36	0,36	0,35	0,50
HAJONTA	0,20	0,20	0,17	0,35
MEDIAANI	0,32	0,32	0,30	0,41
N	75	87	82	81

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus BCI-luokittain AB-teillä.

BCI-LUOKKA	5 - 26	26 - 31	31 - 40	40 - 80
KESKIARVO	0,42	0,42	0,38	0,34
HAJONTA	0,23	0,30	0,24	0,18
MEDIAANI	0,37	0,36	0,32	0,31
N	81	84	93	67

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus ILMASTOALUE -luokittain AB-teillä.

ILMASTOALUE	PORI-RAUMA	KOKKOLA
KESKIARVO	0,47	0,39
HAJONTA	0,24	0,35
MEDIAANI	0,43	0,30
N	802	450

Pituushalkeamien kasvunopeus KVL-luokittain AB-teillä.

KVL-LUOKKA	350 - 810	810 - 1240	1240 - 1490	1490 - 2000
KESKIARVO	7,6	6,1	5,0	8,8
HAJONTA	7,0	6,1	3,5	7,8
MEDIAANI	5,5	4,5	4,4	6,6
N	223	207	254	217

Pituushalkeamien kasvunopeus KKL-luokittain AB-teillä.

KKL-LUOKKA	5300 - 13800	13800 - 26700	26700 - 48100	48100 - 113000
KESKIARVO	5,9	4,6	10,2	6,8
HAJONTA	6,3	4,5	7,7	6,3
MEDIAANI	4,1	2,9	10,4	5,7
N	221	234	208	238

Pituushalkeamien kasvunopeus TIEN LEVEYS luokittain AB-teillä.

TIEN LEVEYS	6.4 – 7.0	7.0 – 7.5	7.5 – 8.0	8.0 – 8.5
KESKIARVO	6,0	8,8	6,8	5,4
HAJONTA	7,0	7,7	5,0	5,0
MEDIAANI	2,7	7,0	6,0	3,7
N	160	303	107	331

Pituushalkeamien kasvunopeus KVL-luokittain AB-teillä.

PÄÄLLYSTE LEVEYS	6.0 – 6.5	6.5 – 7.0	7.0 – 7.5	7.5 – 8.5
KESKIARVO	8,5	7,6	6,8	4,6
HAJONTA	7,9	6,8	5,0	4,4
MEDIAANI	6,3	6,0	6,0	3,1
N	311	185	107	298

Pituushalkeamien kasvunopeus MAALAJI-luokittain AB-teillä.

MAALAJI	TURVE	SILTTI	MOREENI	HIEKKA
KESKIJARVO	3,7	4,1	9,3	4,2
HAJONTA	3,4	4,0	7,7	4,2
MEDIAANI	2,6	3,0	8,0	2,8
N	19	117	180	25

Pituushalkeamien kasvunopeus LUISKAN KALTEVUUS -luokittain AB-teillä.

LUISKA	LOIVA	VÄLIMUOTO	JYRKKÄ
KESKIJARVO	6,0	8,1	3,2
HAJONTA	5,9	7,6	3,9
MEDIAANI	4,2	8,2	2,0
N	521	52	36

Pituushalkeamien kasvunopeus d0-luokittain AB-teillä.

d0-LUOKKA	250 - 430	430 - 495	495 - 608	608 - 793
KESKIJARVO	5,4	6,3	6,5	5,8
HAJONTA	4,8	5,7	5,6	5,5
MEDIAANI	4,3	4,8	5,0	3,7
N	63	65	64	65

Pituushalkeamien kasvunopeus d1200-luokittain AB-teillä.

d1200	5 - 55	55 - 86	86 - 120	120 - 210
KESKIJARVO	5,1	6,9	5,7	6,4
HAJONTA	4,7	5,8	5,6	5,4
MEDIAANI	4,0	5,6	2,9	4,8
N	63	65	64	65

Pituushalkeamien kasvunopeus KVL-luokittain AB-teillä.

SCI 200	30 - 103	103 - 123	123 - 154	154 – 286
KESKIARVO	5,1	6,9	5,7	6,4
HAJONTA	4,7	5,8	5,6	5,4
MEDIAANI	4,0	5,6	2,9	4,8
N	63	65	64	65

Pituushalkeamien kasvunopeus KVL-luokittain AB-teillä.

SCI450	80 - 230	230 - 270	270 - 330	330 - 600
KESKIARVO	6,0	5,7	6,2	6,2
HAJONTA	5,5	5,2	5,3	5,9
MEDIAANI	4,6	4,0	5,3	3,7
N	64	67	62	64

Pituushalkeamien kasvunopeus KVL-luokittain AB-teillä.

BCI-LUOKKA	5 - 26	26 - 31	31 – 40	40 – 80
KESKIARVO	5,1	6,9	5,7	6,4
HAJONTA	4,7	5,8	5,6	5,4
MEDIAANI	4,0	5,6	2,9	4,8
N	63	65	64	65

Pituushalkeamien kasvunopeus ILMASTOALUE-luokittain AB-teillä.

ILMASTOALUE	PORI-RAUMA	KOKKOLA
KESKIARVO	7,5	5,2
HAJONTA	7,1	4,8
MEDIAANI	5,7	3,5
N	614	287

VAURIOSUMMAN kasvunopeus KVL-luokittain AB-teillä.

KVL-LUOKKA	350 - 900	900 - 1250	1250 - 1550	1550 - 2000
KESKIARVO	3,0	2,5	1,5	2,5
HAJONTA	2,9	2,5	1,2	3,0
MEDIAANI	2,0	1,6	1,2	1,6
N	276	263	282	292

VAURIOSUMMAN kasvunopeus KKL-luokittain AB-teillä.

KKL-KUOKKA	- 13300	- 26700	- 42900	- 113300
KESKIARVO	2,6	1,9	3,4	1,8
HAJONTA	2,6	2,0	3,3	2,1
MEDIAANI	1,8	1,3	2,1	1,3
N	293	311	225	284

VAURIOSUMMAN kasvunopeus TIEN LEVEYS-luokittain AB-teillä.

TIEN LEVEYS	6.4 - 7.0	7.0 - 7.5	7.5 - 8.0	8.0 - 8.5
KESKIARVO	2,4	3,5	1,2	1,6
HAJONTA	2,3	3,5	0,9	1,3
MEDIAANI	1,7	2,3	0,9	1,3
N	227	363	105	418

VAURIOSUMMAN kasvunopeus PÄÄLLYSTE LEVEYS-luokittain AB-teillä.

PÄÄLLYSTE LEVEYS	6.0 - 6.5	6.5 - 7.0	7.0 - 7.5	7.5 - 8.5
KESKIARVO	3,1	2,8	1,2	1,6
HAJONTA	3,1	3,1	0,9	1,3
MEDIAANI	2,0	1,9	0,9	1,3
N	400	235	105	373

VAURIOSUMMAN kasvunopeus MAALAJI-luokittain AB-teillä.

MAALAJI	TURVE	SILTTI	MOREENI	HIEKKA
KESKIARVO	0,5	1,6	3,7	2,9
HAJONTA	0,4	1,6	3,8	1,7
MEDIAANI	0,4	1,1	2,2	2,0
N	18	151	221	36

VAURIOSUMMAN kasvunopeus LUISKAN KALTEVUUS-luokittain AB-teillä.

LUISKA	LOIVA	VÄLIMUOTO	JYRKKÄ
KESKIARVO	2,0	3,4	1,6
HAJONTA	2,3	3,0	1,3
MEDIAANI	1,4	2,7	1,1
N	622	58	55

VAURIOSUMMAN kasvunopeus d0-luokittain AB-teillä.

D0-LUOKKA	250 – 440	440 - 500	500 – 600	600 – 800
KESKIARVO	2,1	2,1	2,2	2,5
HAJONTA	2,0	2,0	2,4	2,1
MEDIAANI	1,5	1,7	1,5	1,8
N	77	78	78	78

VAURIOSUMMAN kasvunopeus d1200-luokittain AB-teillä.

D1200	5 - 57	57 - 88	88 - 119	119 – 210
KESKIARVO	2,4	2,4	2,0	2,2
HAJONTA	2,3	2,1	1,8	2,3
MEDIAANI	1,6	1,7	1,7	1,5
N	77	78	78	78

VAURIOSUMMAN kasvunopeus SCI200-luokittain AB-teillä.

SCI 200	30 - 100	100 - 130	130 - 160	160 - 285
KESKIARVO	2,1	2,0	2,1	2,7
HAJONTA	2,2	1,8	2,1	2,3
MEDIAANI	1,5	1,5	1,4	2,1
N	78	77	77	79

VAURIOSUMMAN kasvunopeus SCI450-luokittain AB-teillä.

SCI 450	80 - 230	230 - 280	280 - 330	330 - 600
KESKIARVO	2,1	2,1	2,0	2,8
HAJONTA	2,1	2,2	1,8	2,3
MEDIAANI	1,6	1,5	1,4	2,1
N	76	79	78	78

VAURIOSUMMAN kasvunopeus BCI-luokittain AB-teillä.

BCI-LUOKKA	5 - 26	26 - 31	31 - 40	40 - 80
KESKIARVO	2,3	2,0	2,1	2,5
HAJONTA	2,0	2,0	2,0	2,4
MEDIAANI	1,7	1,4	1,6	1,8
N	80	74	90	67

VAURIOSUMMAN kasvunopeus ILMASTOALUE -luokittain AB-teillä.

ILMASTOALUE	PORI-RAUMA	KOKKOLA
KESKIARVO	2,8	1,6
HAJONTA	3,0	1,3
MEDIAANI	1,7	1,3
N	741	372

Univariate Procedure

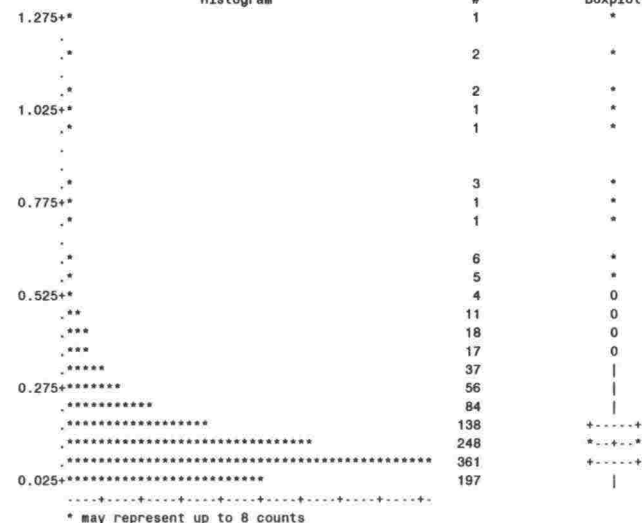
Variable=IRINOP (IRI:n kasvunopeus, mm/m/a) AB-päällysteet

Moments				Quantiles(Def=5)			
N	1194	Sum Wgts	1194	100% Max	1.29	99%	0.74
Mean	0.139807	Sum	166.93	75% Q3	0.18	95%	0.39
Std Dev	0.136456	Variance	0.01862	50% Med	0.1	90%	0.28
Skewness	3.325697	Kurtosis	17.24859	25% Q1	0.06	10%	0.03
USS	45.5521	CSS	22.21406	0% Min	0.01	5%	0.02
CV	97.60311	Std Mean	0.003949			1%	0.01
T:Mean=0	35.40287	Pr>|T|	0.0001	Range	1.28		
Num ^= 0	1194	Num > 0	1194	Q3-Q1	0.12		
M(Sign)	597	Pr>=|M|	0.0001	Mode	0.07		
Sgn Rank	356707.5	Pr>=|S|	0.0001				
W:Normal	0.714784	Pr<W	0.0001				

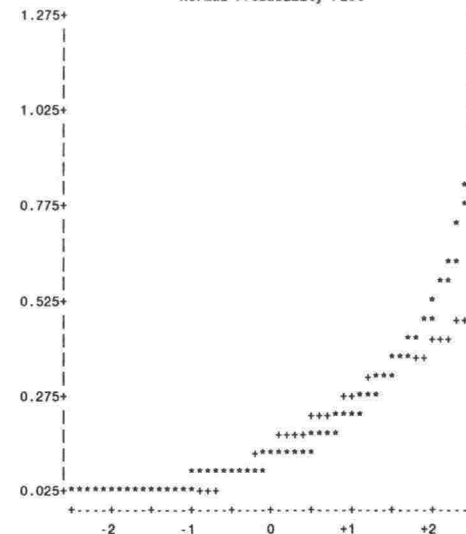
Extremes

Lowest	Obs	Highest	Obs
0.01(	1110)	1.06(	897)
0.01(	1047)	1.06(	906)
0.01(	999)	1.15(	895)
0.01(	996)	1.17(	907)
0.01(	991)	1.29(	896)

Histogram



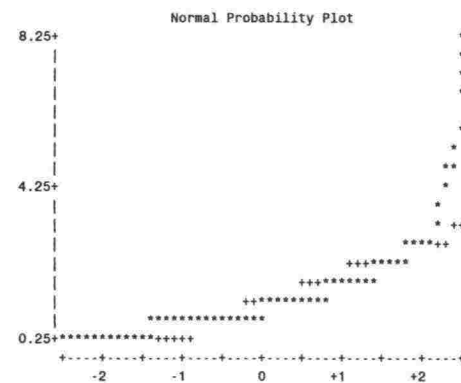
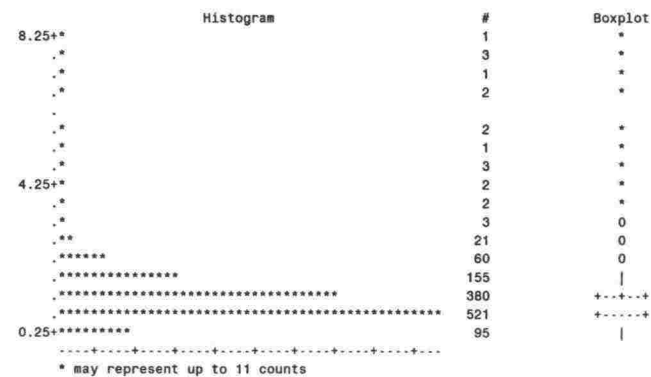
Normal Probability Plot



Variable=HARNOP (Harjanteen kasvunopeus, mm/a) AB-päällysteet

Moments				Quantiles(Def=5)			
N	1252	Sum Wgts	1252	100% Max	8.16	99%	4.62
Mean	1.159633	Sum	1451.86	75% Q3	1.39	95%	2.26
Std Dev	0.769727	Variance	0.592479	50% Med	1	90%	1.83
Skewness	4.140079	Kurtosis	27.63125	25% Q1	0.73	10%	0.54
USS	2424.816	CSS	741.1914	0% Min	0.22	5%	0.45
CV	66.37677	Std Mean	0.021754			1%	0.3
T:Mean=0	53.30722	Pr>|T|	0.0001	Range	7.94		
Num ~ 0	1252	Num > 0	1252	Q3-Q1	0.66		
M(Sign)	626	Pr>=|M|	0.0001	Mode	0.78		
Sgn Rank	392189	Pr>=|S|	0.0001				
W:Normal	0.693461	Pr<W	0.0001				

Lowest	Obs	Highest	Obs
0.22(857)	7.26(948)
0.22(305)	7.54(944)
0.25(310)	7.57(955)
0.27(491)	7.88(945)
0.28(1052)	8.16(933)



Univariate Procedure

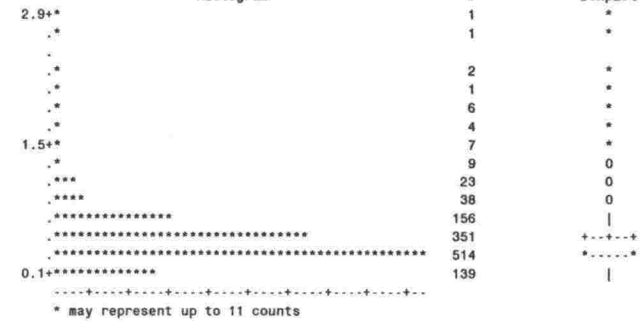
Variable=PETANOP (Poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeus, mm/a) AB-päällysteet

Moments				Quantiles(Def=5)			
N	1252	Sum Wgts	1252	100% Max	2.97	99%	1.67
Mean	0.44369	Sum	555.5	75% Q3	0.54	95%	0.91
Std Dev	0.287489	Variance	0.08265	50% Med	0.38	90%	0.73
Skewness	2.854476	Kurtosis	13.79229	25% Q1	0.26	10%	0.19
USS	349.8648	CSS	103.395	0% Min	0.07	5%	0.16
CV	64.79497	Std Mean	0.008125			1%	0.11
T:Mean=0	54.60858	Pr>|T|	0.0001	Range	2.9		
Num ^= 0	1252	Num > 0	1252	Q3-Q1	0.28		
M(Sign)	626	Pr>=|M|	0.0001	Mode	0.3		
Sgn Rank	392189	Pr>=|S|	0.0001				
W:Normal	0.780442	Pr<W	0.0001				

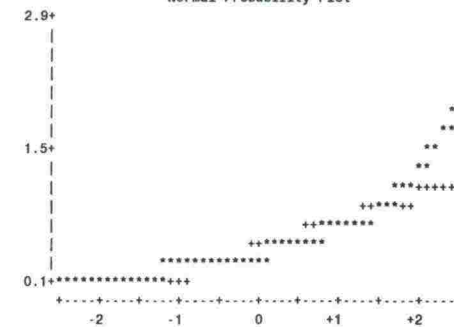
Extremes

Lowest	Obs	Highest	Obs
0.07(	305)	2.1(	933)
0.08(	491)	2.2(	945)
0.08(	311)	2.28(	944)
0.08(	308)	2.6(	956)
0.08(	301)	2.97(	955)

Histogram



Normal Probability Plot



Univariate Procedure

Variable=PITNOP (Pituushalkeamien kasvunopeus, m/a) AB-päällysteet

Moments				Quantiles(Def=5)			
N	901	Sum Wgts	901	100% Max	38.5	99%	26.25
Mean	6.788535	Sum	6116.47	75% Q3	10.2	95%	19.67
Std Dev	6.554758	Variance	42.96485	50% Med	4.75	90%	15.43
Skewness	1.471775	Kurtosis	2.640976	25% Q1	1.67	10%	0.58
USS	80190.23	CSS	38668.36	0% Min	0.1	5%	0.3
CV	96.55629	Std Mean	0.218371			1%	0.14
T:Mean=0	31.08721	Pr>|T|	0.0001	Range	38.4		
Num ^= 0	901	Num > 0	901	Q3-Q1	8.53		
M(Sign)	450.5	Pr>=|M|	0.0001	Mode	14.29		
Sgn Rank	203175.5	Pr>=|S|	0.0001				
W:Normal	0.844301	Pr<W	0.0001				

Extremes

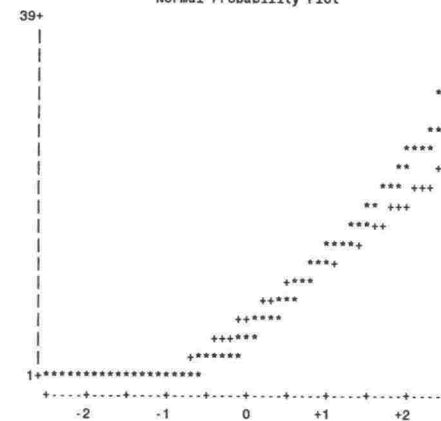
Lowest	Obs	Highest	Obs
0.1(	453)	35.25(	587)
0.1(	446)	37.67(	271)
0.1(	223)	37.75(	588)
0.14(	812)	38(	53)
0.14(	349)	38.5(	248)

Histogram

	#	Boxplot
39+*	2	*
.*	2	*
.*	1	0
.*	1	0
.*	1	0
.		
.*	3	0
**	11	0
.*	5	0
***	18	|
***	18	|
****	20	|
*****	59	|
*****	47	|
*****	45	+---+
*****	71	|
*****	97	| + |
*****	83	+---+
*****	166	|
1+*****	251	+---+

* may represent up to 6 counts

Normal Probability Plot



Univariate Procedure

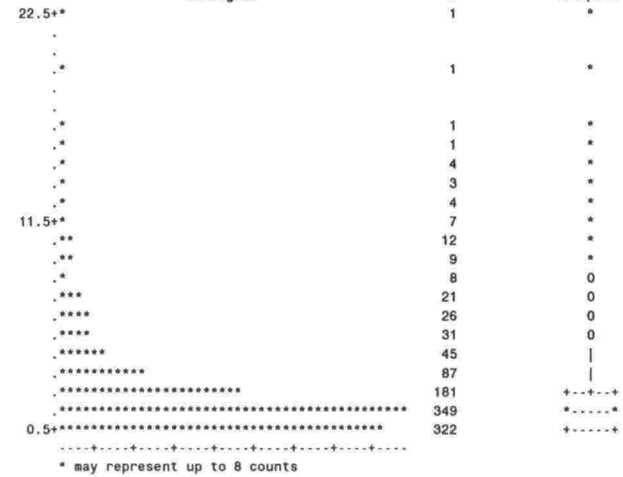
Variable=VSNOP (Vauriosumman kasvunopeus, m²/a) AB-päällysteet

Moments				Quantiles(Def=5)			
N	1113	Sum Wgts	1113	100% Max	22.57	99%	12.75
Mean	2.365445	Sum	2632.74	75% Q3	2.75	95%	7.67
Std Dev	2.581263	Variance	6.662917	50% Med	1.5	90%	5.29
Skewness	2.701024	Kurtosis	9.833451	25% Q1	0.8	10%	0.43
USS	13636.76	CSS	7409.164	0% Min	0.08	5%	0.3
CV	109.1238	Std Mean	0.077372			1%	0.14
T:Mean=0	30.57231	Pr>|T|	0.0001	Range	22.49		
Num ^= 0	1113	Num > 0	1113	Q3-Q1	1.95		
M(Sign)	556.5	Pr>=|M|	0.0001	Mode	1		
Sgn Rank	309970.5	Pr>=|S|	0.0001				
W:Normal	0.718335	Pr<W	0.0001				

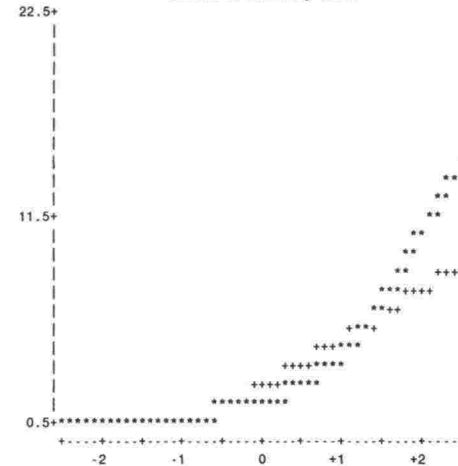
Extremes

Lowest	Obs	Highest	Obs
0.08(	983)	14.33(	342)
0.08(	802)	15.25(	702)
0.08(	746)	16(	700)
0.1(	556)	19.5(	319)
0.1(	546)	22.57(	256)

Histogram



Normal Probability Plot



Univariate Procedure

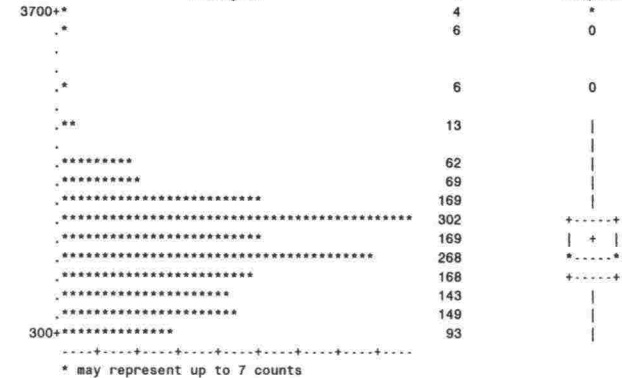
Variable=KVL99 (Vuoden 1999 keskivuorokausiliikenne) AB-päälysteet

Moments				Quantiles (Def=5)			
N	1621	Sum Wgts	1621	100% Max	3642	99%	2480
Mean	1222.228	Sum	1981231	75% Q3	1562	95%	2008
Std Dev	523.413	Variance	273961.2	50% Med	1183	90%	1795
Skewness	0.50963	Kurtosis	1.4153	25% Q1	881	10%	443
USS	2.8653E9	CSS	4.4382E8	0% Min	283	5%	349
CV	42.82451	Std Mean	13.00029			1%	283
T:Mean=0	94.01542	Pr>|T|	0.0001	Range	3359		
Num ^= 0	1621	Num > 0	1621	Q3-Q1	681		
M(Sign)	810.5	Pr>=|M|	0.0001	Mode	1562		
Sgn Rank	657315.5	Pr>=|S|	0.0001				
W:Normal	0.948317	Pr<W	0.0001				

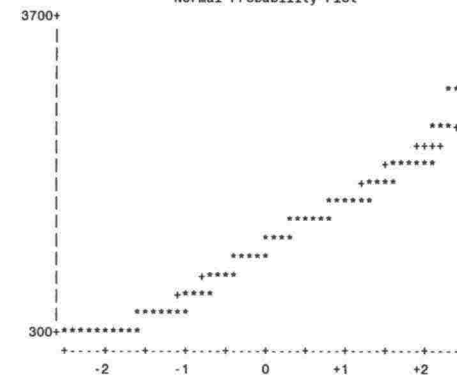
Extremes

Lowest	Obs	Highest	Obs
283(	1281)	3470(	931)
283(	1280)	3642(	1138)
283(	1279)	3642(	1139)
283(	1278)	3642(	1140)
283(	1277)	3642(	1141)

Histogram



Normal Probability Plot



Univariate Procedure

Variable=PLEV (Päälysteen leveys, m) AB-päälysteet

Moments				Quantiles(Def=5)			
N	1621	Sum Wgts	1621	100% Max	10	99%	10
Mean	7.184639	Sum	11646.3	75% Q3	7.5	95%	8.5
Std Dev	0.793472	Variance	0.629597	50% Med	7.2	90%	7.6
Skewness	1.407405	Kurtosis	3.347025	25% Q1	6.5	10%	6.5
USS	84694.41	CSS	1019.948	0% Min	6	5%	6
CV	11.044	Std Mean	0.019708			1%	6
T:Mean=0	364.5567	Pr>|T|	0.0001	Range	4		
Num ^= 0	1621	Num > 0	1621	Q3-Q1	1		
M(Sign)	810.5	Pr>=|M|	0.0001	Mode	7.5		
Sgn Rank	657315.5	Pr>=|S|	0.0001				
W:Normal	0.831355	Pr<W	0.0001				

Extremes

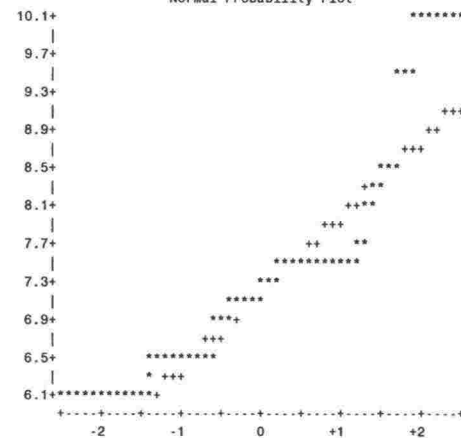
Lowest	Obs	Highest	Obs
6(	1306)	10(	1318)
6(	1305)	10(	1319)
6(	1304)	10(	1320)
6(	1303)	10(	1321)
6(	1302)	10(	1322)

Histogram

	#	Boxplot
10.1+****	44	0
9.7+		
9.3+	28	0
8.9+		
8.5+****	43	|
8.1+****	32	|
7.7+**	22	|
7.3+*****	533	+---+*
6.9+*****	130	|
6.5+*****	230	| + |
6.1+*****	88	|
6.5+*****	328	+---+*
6.1+*****	6	|
	131	|

* may represent up to 12 counts

Normal Probability Plot



Univariate Procedure

Variable=TLEV (Tien leveys, m) AB-päälysteet

Moments

N	1621	Sum Wgts	1621
Mean	7.617397	Sum	12347.8
Std Dev	0.82155	Variance	0.674944
Skewness	1.062004	Kurtosis	2.45504
USS	95151.5	CSS	1093.409
CV	10.78518	Std Mean	0.020405
T:Mean=0	373.3053	Pr>|T|	0.0001
Num ^= 0	1621	Num > 0	1621
M(Sign)	810.5	Pr>=|M|	0.0001
Sgn Rank	657315.5	Pr>=|S|	0.0001
W:Normal	0.826878	Pr<W	0.0001

Quantiles(Def=5)

100% Max	10.5	99%	10.5
75% Q3	8	95%	9
50% Med	7.7	90%	8
25% Q1	7	10%	6.5
0% Min	6.4	5%	6.5
		1%	6.5
Range	4.1		
Q3-Q1	1		
Mode	8		

Extremes

Lowest	Obs	Highest	Obs
6.4(	787)	10.5(	1318)
6.4(	786)	10.5(	1319)
6.4(	785)	10.5(	1320)
6.4(	784)	10.5(	1321)
6.4(	783)	10.5(	1322)

Histogram

	#	Boxplot
10.5+***	28	0
10.1+****	48	0
9.7+		
9.3+		
8.9+	6	|
8.5+****	43	|
8.1+*****	646	+-----+
7.7+*****	113	|
7.3+*****	184	*-+--*
6.9+	50	|
6.5+*****	224	+-----+
	279	|

* may represent up to 14 counts

Normal Probability Plot

10.5+	*****
10.1+	*****
9.7+	+
9.3+	+++
8.9+	***++
8.5+	++
8.1+	*****
7.7+	++
7.3+	****
6.9+	*****
6.5+	*****

-2 -1 0 +1 +2

Variable=DOL (d0-taipuma, μm) AB-päälysteet

Moments				Quantiles(Def=5)			
N	441	Sum Wgts	441	100% Max	1213	99%	940
Mean	524.7755	Sum	231426	75% Q3	615	95%	780
Std Dev	147.7163	Variance	21820.1	50% Med	496	90%	730
Skewness	0.95292	Kurtosis	1.825427	25% Q1	428	10%	360
USS	1.3105E8	CSS	9600845	0% Min	250	5%	330
CV	28.14847	Std Mean	7.034109			1%	260
T:Mean=0	74.6044	Pr>|T|	0.0001	Range	963		
Num ^= 0	441	Num > 0	441	Q3-Q1	187		
M(Sign)	220.5	Pr>=|M|	0.0001	Mode	470		
Sgn Rank	48730.5	Pr>=|S|	0.0001				
W:Normal	0.946297	Pr<W	0.0001				

Lowest	Obs	Highest	Obs
250(907)	940(836)
250(16)	1042(273)
252(945)	1090(797)
255(931)	1180(804)
260(503)	1213(779)

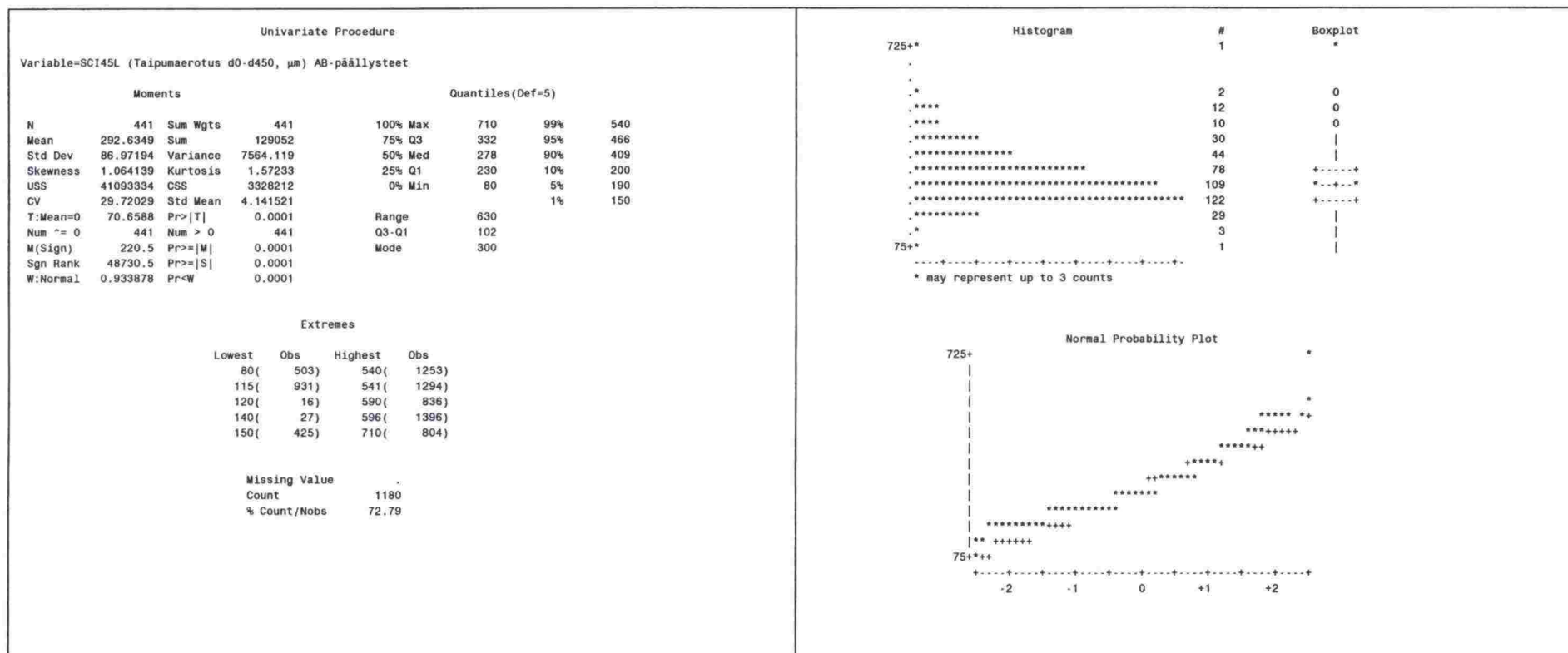
Missing Value	.
Count	1180
% Count/Nobs	72.79

1225+*

1225+*		1	*
..*		1	*
..*			
..*		1	0
..*		1	0
..*			
..*		1	0
..***		6	|
..****		8	|
..*****		19	|
..*****		15	|
..*****		35	|
..*****		39	+-----+
..*****		34	|
..*****		58	| +
..*****		84	| +
..*****		55	+-----+
..*****		49	|
..*****		17	|
275+*****		17	|

* may represent up to 2 counts

1225+



Univariate Procedure

Variable=D120L (d1200-taipuma, µm) AB-päälysteet

Moments

N	441	Sum Wgts	441
Mean	89.97279	Sum	39678
Std Dev	49.79882	Variance	2479.922
Skewness	0.882249	Kurtosis	1.364512
USS	4661106	CSS	1091166
CV	55.34875	Std Mean	2.371372
T:Mean=0	37.94124	Pr>|T|	0.0001
Num ^= 0	441	Num > 0	441
M(Sign)	220.5	Pr>=|M|	0.0001
Sgn Rank	48730.5	Pr>=|S|	0.0001
W:Normal	0.947093	Pr<W	0.0001

Quantiles(Def=5)

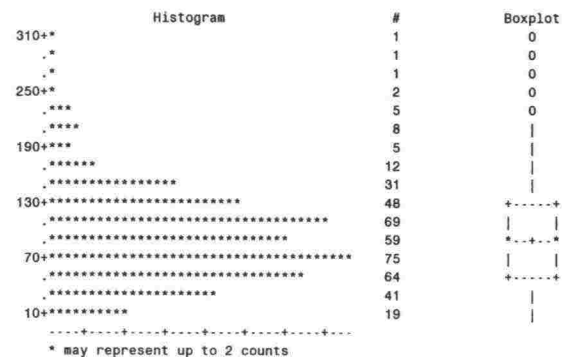
100% Max	308	99%	240
75% Q3	120	95%	180
50% Med	85	90%	150
25% Q1	55	10%	30
0% Min	2	5%	20
		1%	8
Range	306		
Q3-Q1	65		
Mode	70		

Extremes

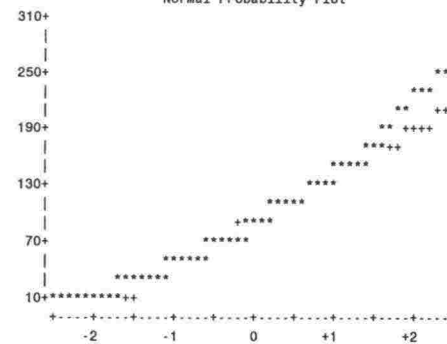
Lowest	Obs	Highest	Obs
2(	928)	240(	438)
3(	907)	248(	968)
5(	770)	265(	893)
6(	219)	280(	673)
8(	917)	308(	779)

Missing Value	.
Count	1180
% Count/Nobs	72.79

Histogram



Normal Probability Plot



Univariate Procedure

Variable=BCIL (Taipumaerotus d900-d1200, µm) AB-päälysteet

Moments

N	441	Sum Wgts	441	100% Max	112	99%	80
Mean	33.68481	Sum	14855	75% Q3	40	95%	61
Std Dev	15.38662	Variance	236.7482	50% Med	30	90%	51
Skewness	1.101315	Kurtosis	2.635699	25% Q1	22	10%	19
USS	604557	CSS	104169.2	0% Min	0	5%	10
CV	45.67823	Std Mean	0.732696			1%	6
T:Mean=0	45.97376	Pr>|T|	0.0001	Range	112		
Num ^= 0	439	Num > 0	439	Q3-Q1	18		
M(Sign)	219.5	Pr>=|M|	0.0001	Mode	30		
Sgn Rank	48290	Pr>=|S|	0.0001				
W:Normal	0.934848	Pr<W	0.0001				

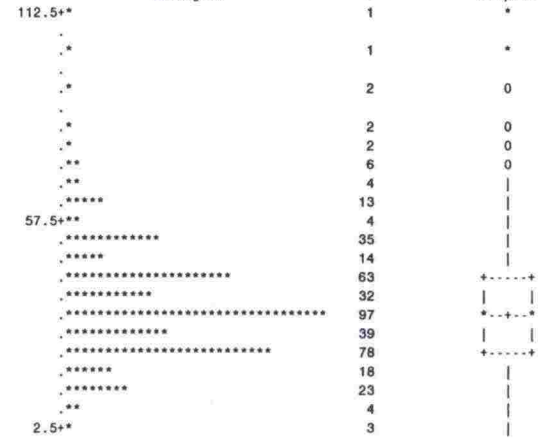
Quantiles(Def=5)

Extremes

Lowest	Obs	Highest	Obs
0(	930)	80(	1588)
0(	928)	90(	438)
2(	907)	90(	797)
5(	233)	100(	1414)
6(	219)	112(	779)

Missing Value	.
Count	1180
% Count/Nobs	72.79

Histogram



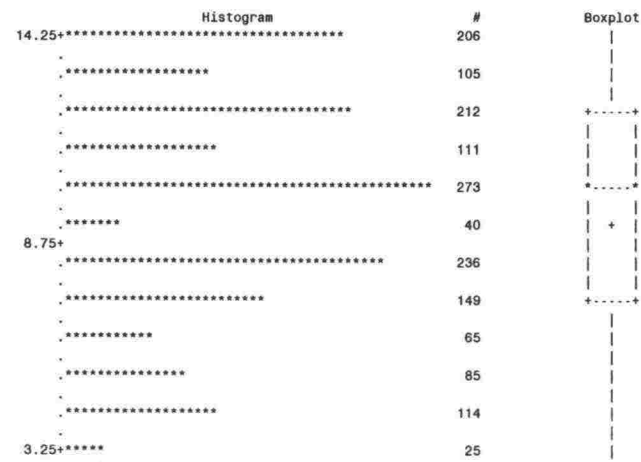
Univariate Procedure

Variable=AGE99 (Pääillysteen ikä vuonna 1999) AB-pääillysteet

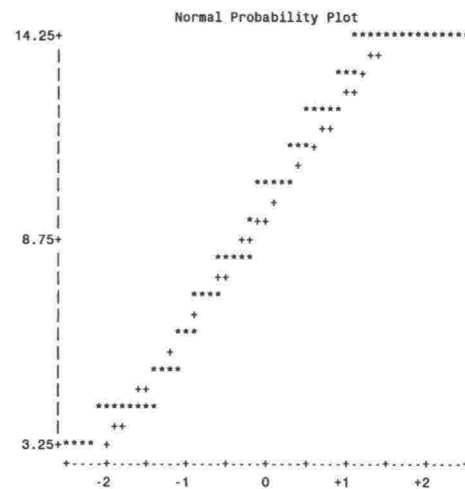
Moments				Quantiles(Def=5)			
N	1621	Sum Wgts	1621	100% Max	14	99%	14
Mean	9.488587	Sum	15381	75% Q3	12	95%	14
Std Dev	3.102671	Variance	9.628567	50% Med	10	90%	14
Skewness	-0.2476	Kurtosis	-0.93898	25% Q1	7	10%	5
USS	161539	CSS	15595.04	0% Min	3	5%	4
CV	32.69898	Std Mean	0.077063			1%	3
T:Mean=0	123.1281	Pr>|T|	0.0001	Range	11		
Num ^= 0	1621	Num > 0	1621	Q3-Q1	5		
M(Sign)	810.5	Pr>=|M|	0.0001	Mode	10		
Sgn Rank	657315.5	Pr>=|S|	0.0001				
W:Normal	0.924853	Pr<W	0.0001				

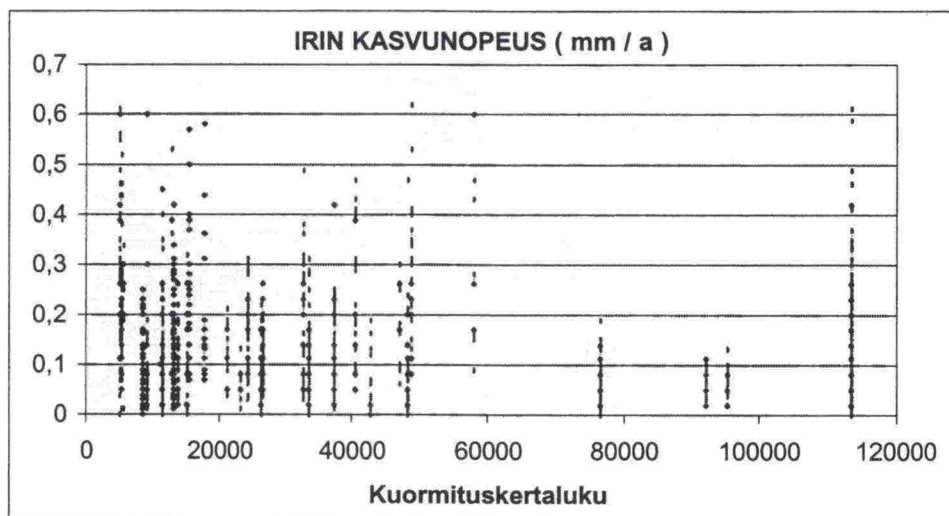
Extremes

Lowest	Obs	Highest	Obs
3(	1306)	14(	1617)
3(	1305)	14(	1618)
3(	1304)	14(	1619)
3(	1303)	14(	1620)
3(	1302)	14(	1621)

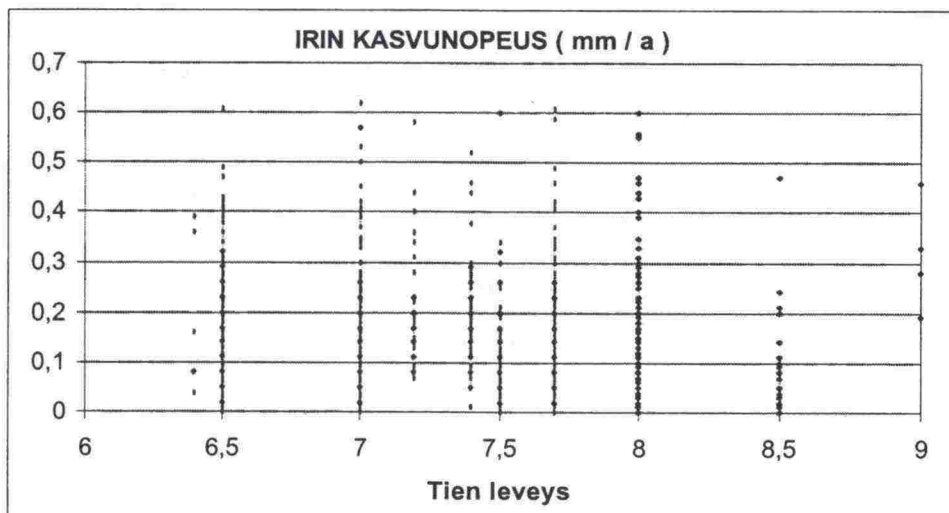


* may represent up to 6 counts

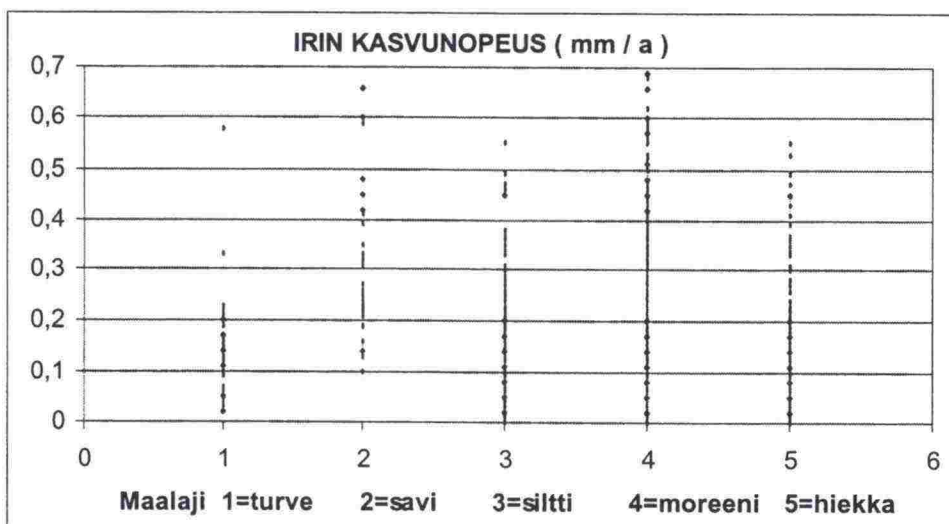




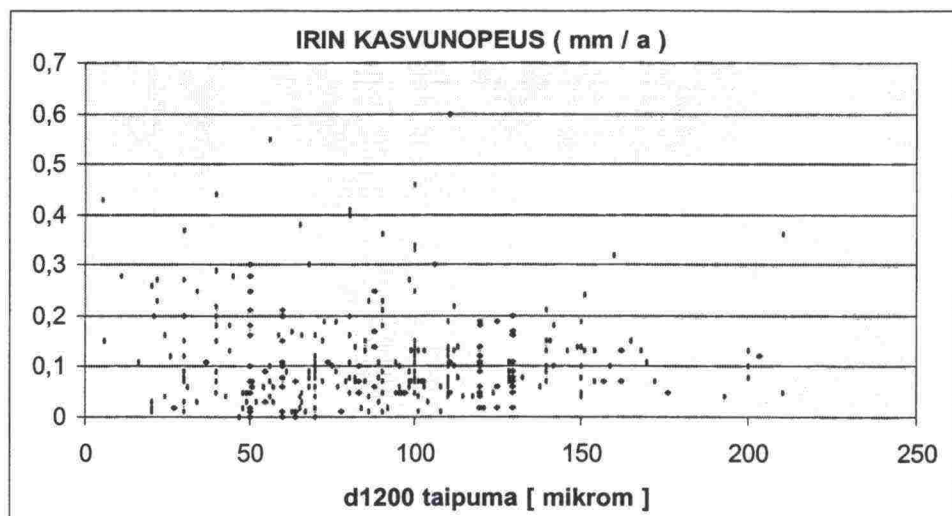
IRI:n kasvunopeus KKL:n funktiona AB-teillä.



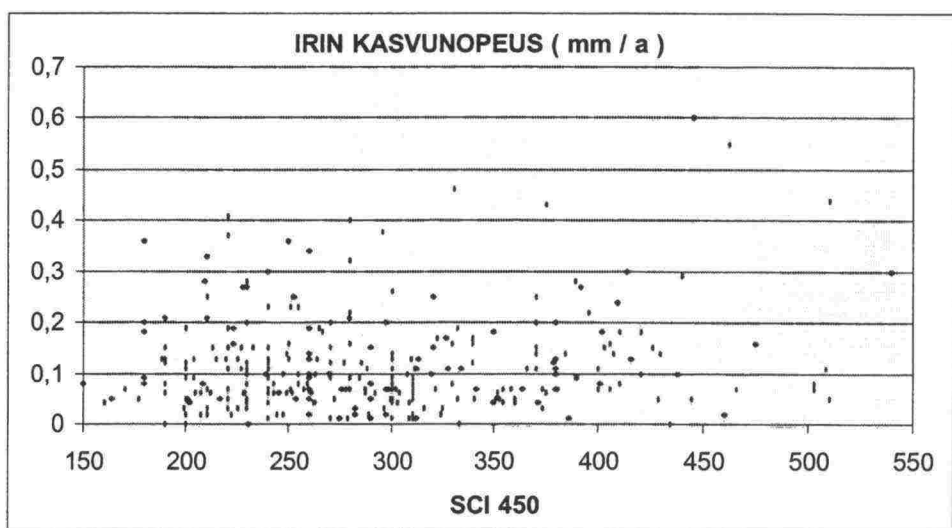
IRI:n kasvunopeus TIEN LEVEYDEN funktiona AB-teillä.



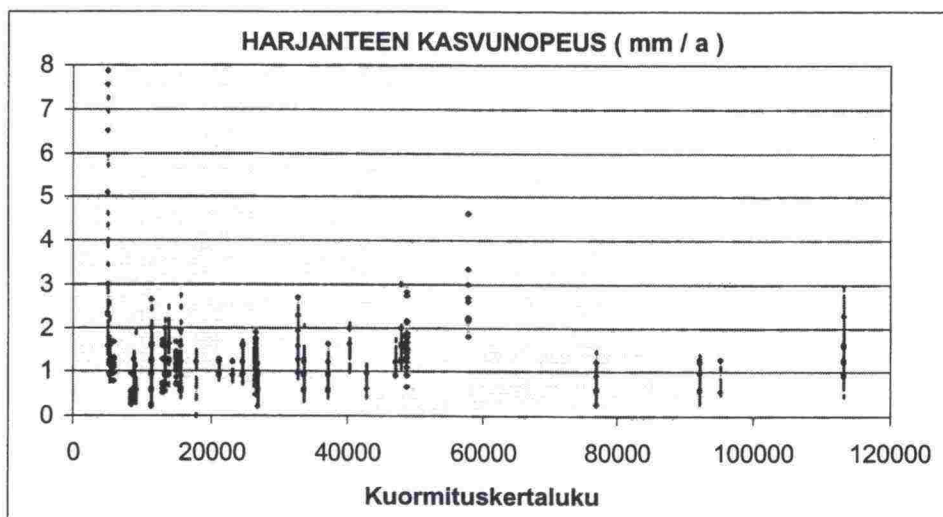
IRI:n kasvunopeus POHJAMAAN MAALAJIN funktiona AB-teillä.



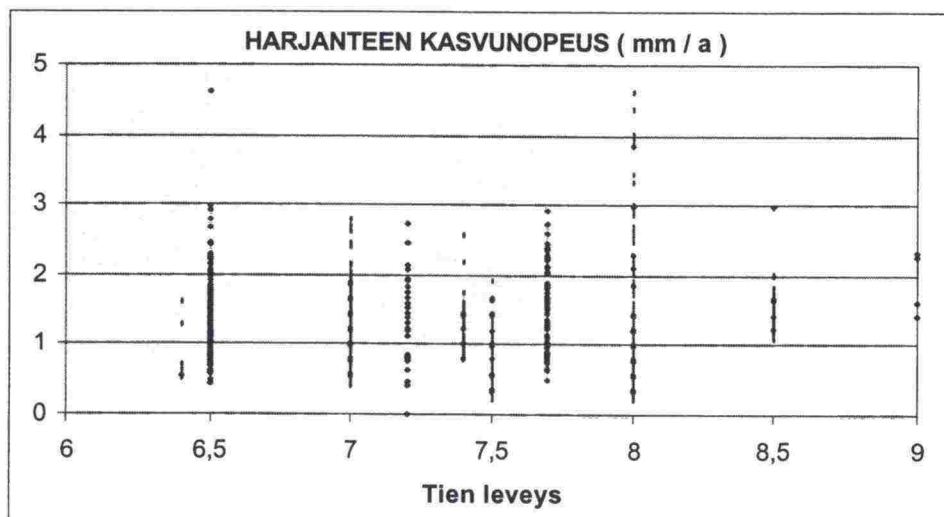
IRI:n kasvunopeus d1200:n funktiona AB-teillä.



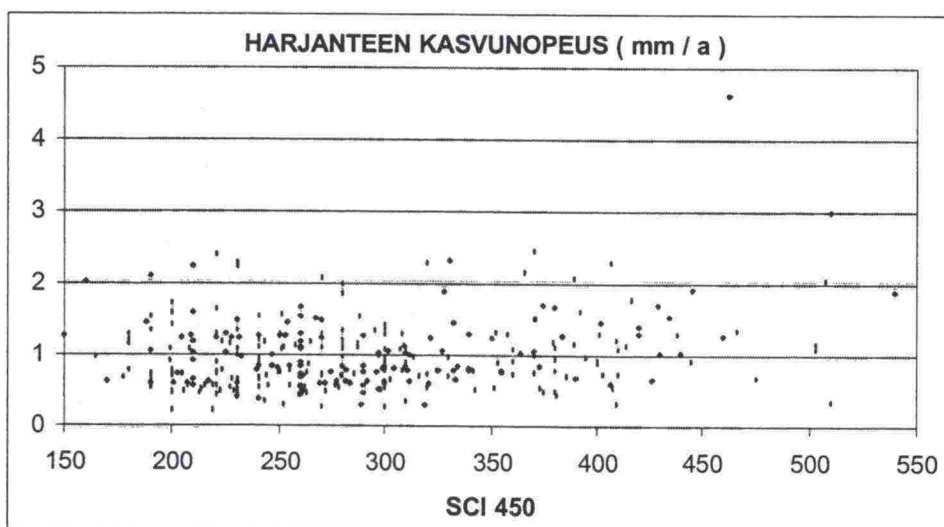
IRI:n kasvunopeus SCI 450:n funktiona AB-teillä.



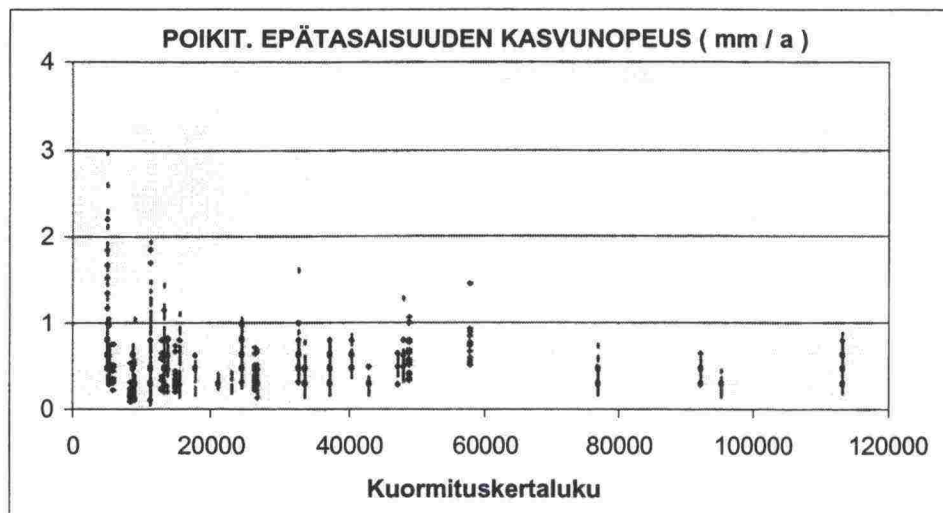
HARJANTEEN kasvunopeus KKL:n funktiona AB-teillä.



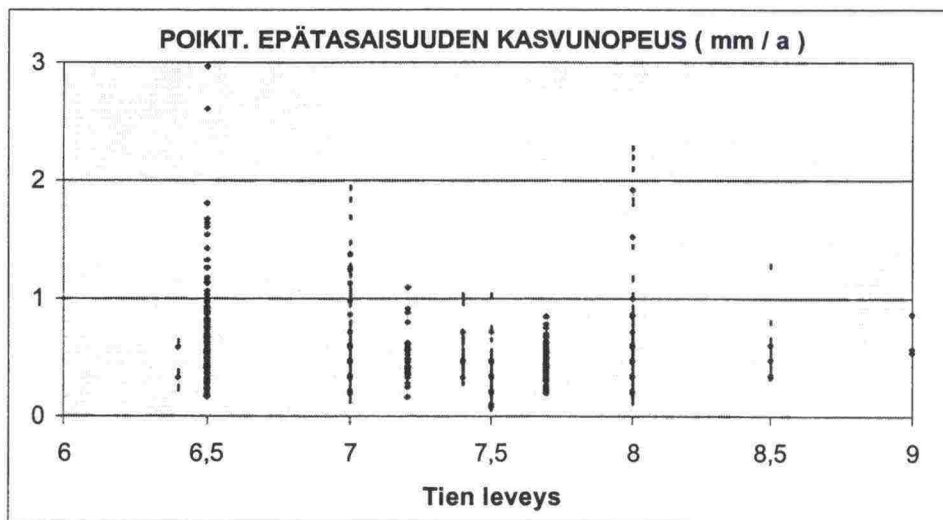
HARJANTEEN kasvunopeus TIEN LEVEYDEN:n funktiona AB-teillä.



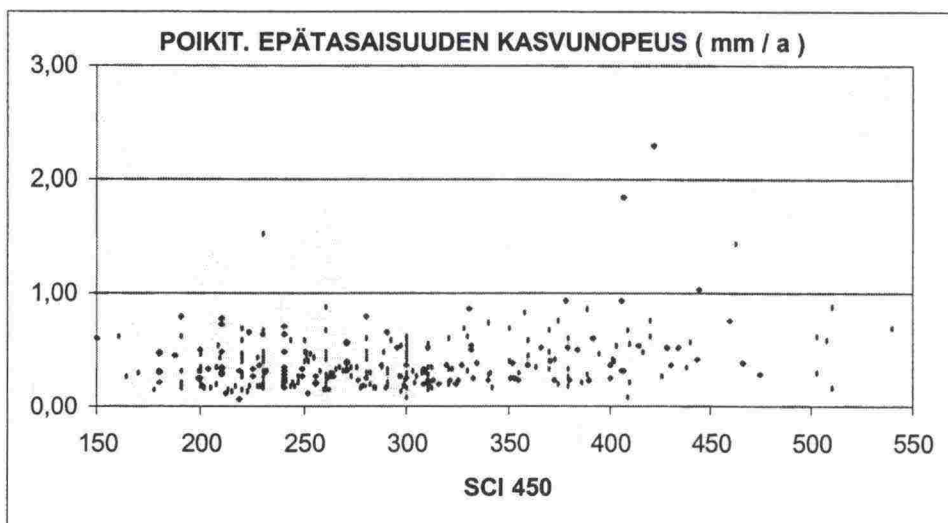
HARJANTEEN kasvunopeus SCI450:n funktiona AB-teillä.



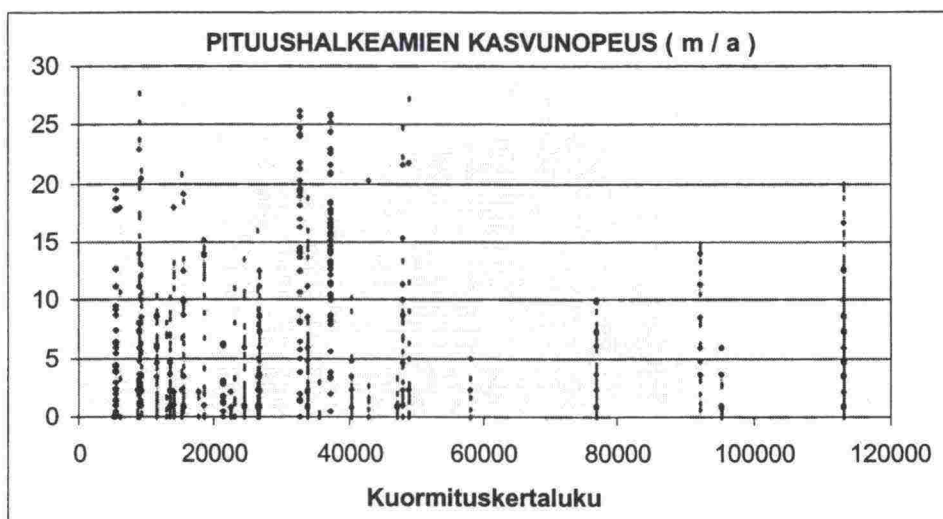
POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus KKL:n funktiona AB-teillä.



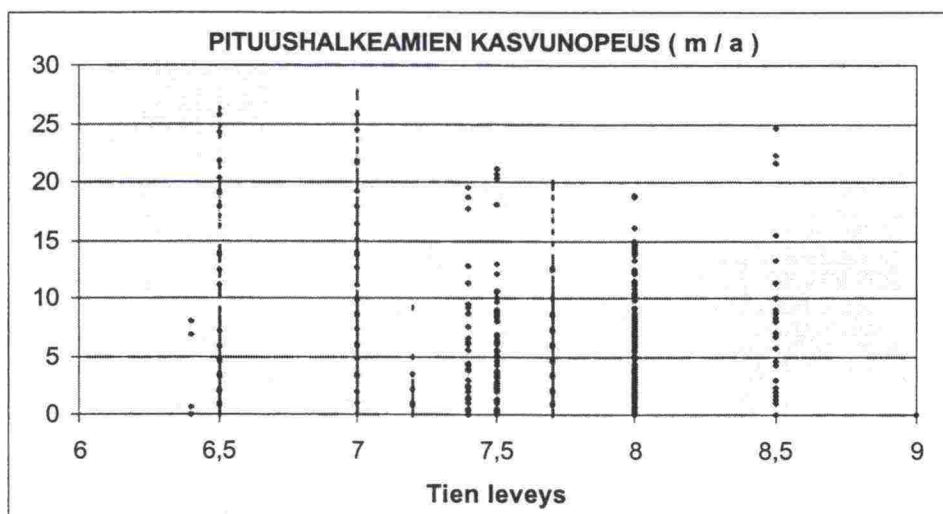
POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus TIEN LEVEYDEN funktiona AB-teillä.



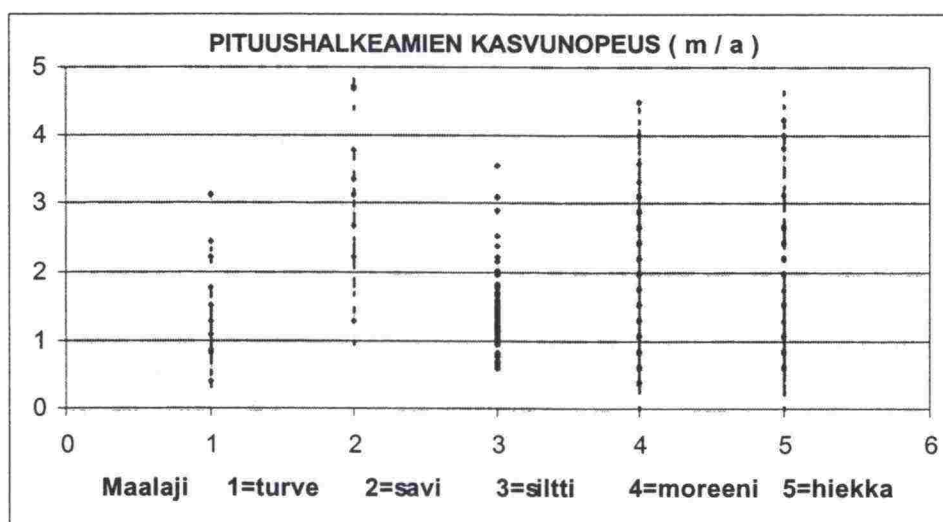
POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus SCI 450 funktiona AB-teillä.



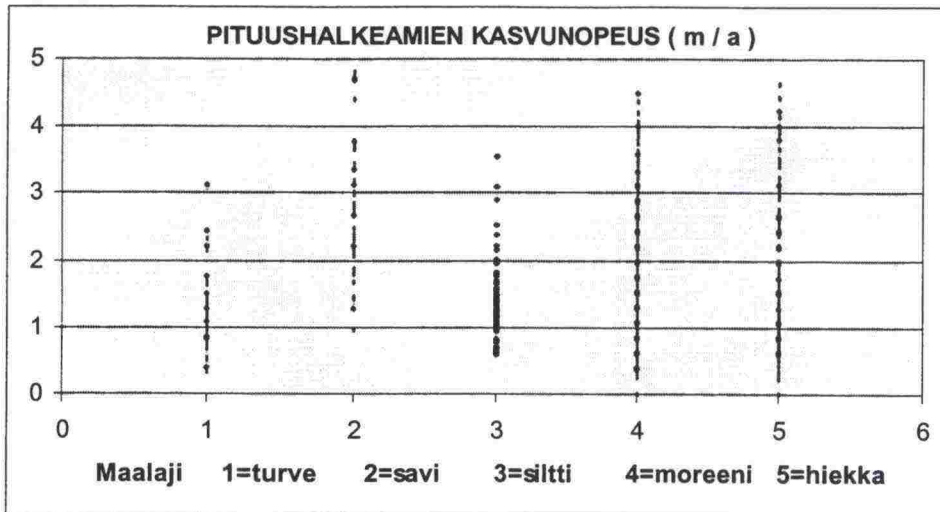
Pituushalkeamien kasvunopeus KKL:n funktiona AB-teillä.



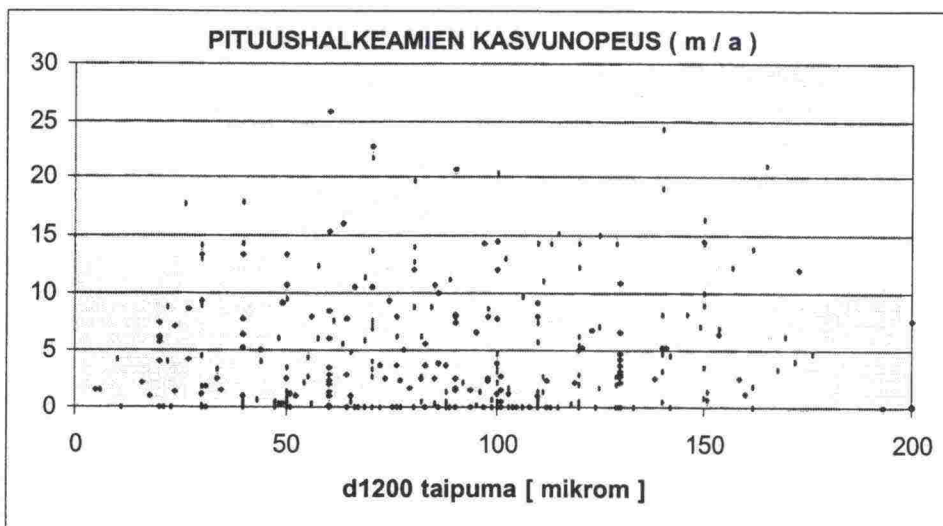
Pituushalkeamien kasvunopeus TIEN LEVEYDEN funktiona AB-teillä.



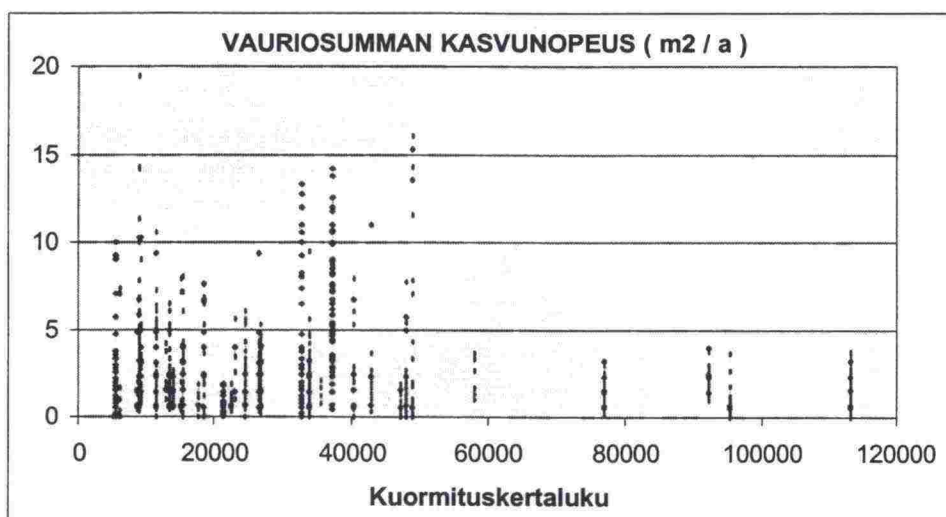
Pituushalkeamien kasvunopeus MAALAJIN funktiona AB-teillä.



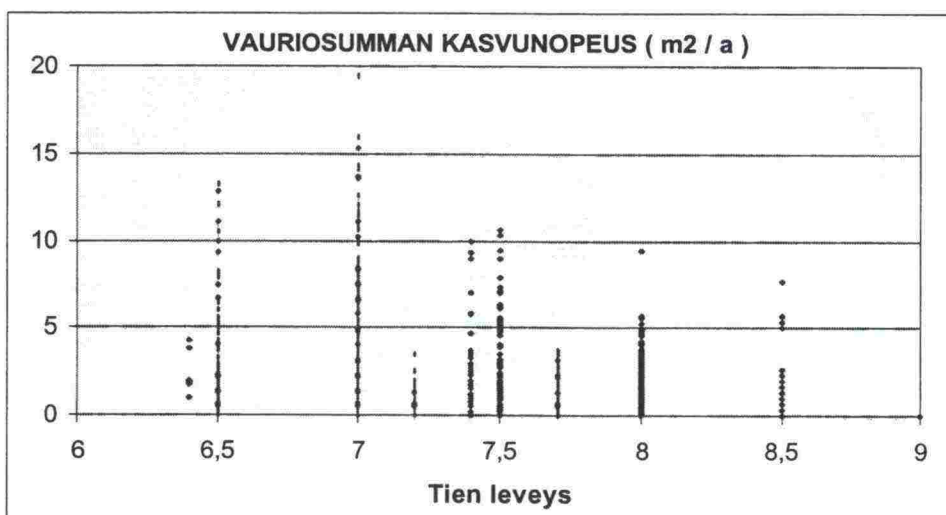
Pituushalkeamien kasvunopeus SCI450 funktiona AB-teillä.



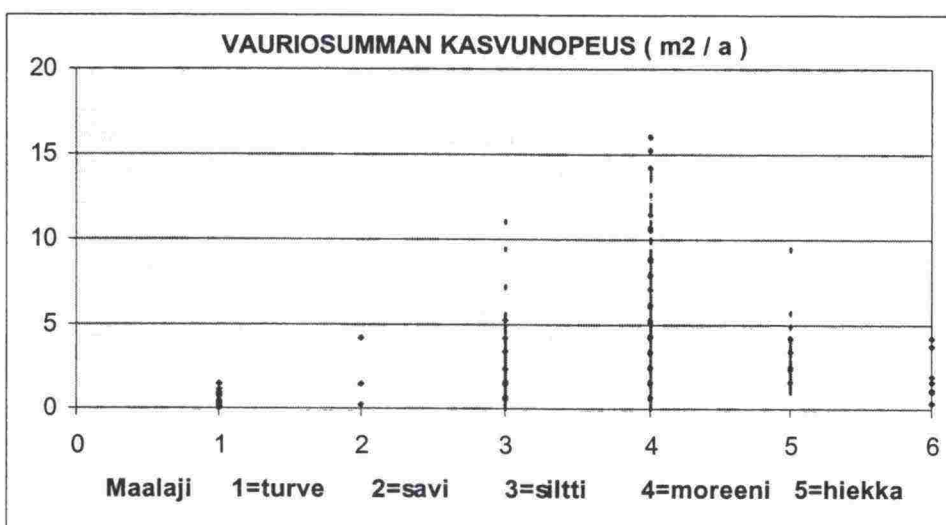
Pituushalkeamien kasvunopeus d1200 funktiona AB-teillä.



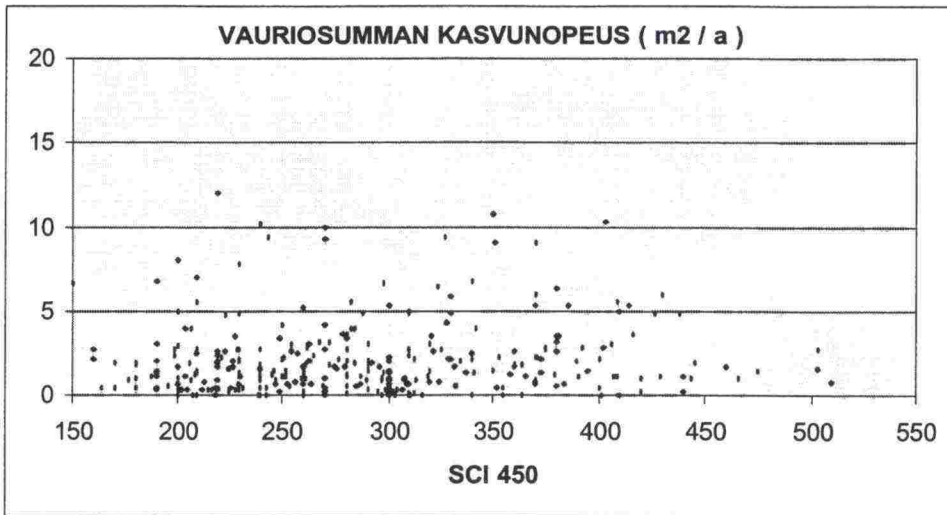
Vauriosumman kasvunopeus KKL:n funktiona AB-teillä.



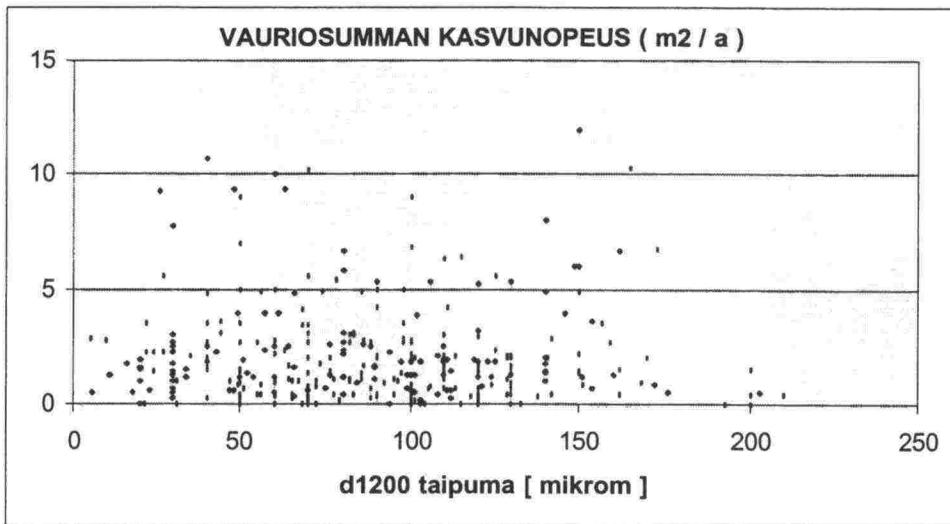
Vauriosumman kasvunopeus TIEN LEVEYDEN funktiona AB-teillä.



Vauriosumman kasvunopeus MAALAJIN funktiona AB-teillä.



Vauriosumman kasvunopeus SCI450:n funktiona AB-teillä.



Vauriosumman kasvunopeus d1200:n funktiona AB-teillä.

IRI:n kasvunopeus KVL-luokittain AB-teillä.

KVL-LUOKKA	300 – 750	750 - 1250	1250 - 1550	1550 - 2000
KESKIARVO	0,18	0,12	0,15	0,11
HAJONTA	,17	0,14	0,12	,10
MEDIAANI	0,14	0,08	0,11	0,08
N	306	278	294	316

IRI:n kasvunopeus KKL-luokittain AB-teillä.

KKL-LUOKKA	- 13300	- 26700	- 40500	- 113000
KESKIARVO	0,18	0,14	0,12	0,13
HAJONTA	0,20	0,10	0,09	0,13
MEDIAANI	0,12	0,11	0,10	0,09
N	285	262	355	292

IRI:n kasvunopeus TIEN LEVEYS-luokittain AB-teillä.

TIEN LEVEYS	6.4 – 7.0	7.0 – 7.5	7.5 – 8.0	8.0 – 8.5
KESKIARVO	0,16	0,15	0,15	0,12
HAJONTA	0,14	0,12	0,12	0,14
MEDIAANI	0,13	0,11	0,12	0,08
N	251	372	108	463

IRI:n kasvunopeus PÄÄLLYSTEEN LEVEYS-luokittain AB-teillä.

PÄÄLLYSTE LEVEYS	6.0 – 6.5	6.5 – 7.0	7.0 – 7.5	7.5 – 8.0
KESKIARVO	0,15	0,15	0,15	0,12
HAJONTA	0,13	0,13	0,12	0,15
MEDIAANI	0,12	0,13	0,12	0,08
N	406	274	108	406

IRI:n kasvunopeus MAALAJI-luokittain AB-teillä.

MAALAJI	TURVE	SILTTI	MOREENI	HIEKKA
KESKIJARVO	0,08	0,10	0,15	0,09
HAJONTA	0,05	0,07	0,15	0,17
MEDIAANI	0,06	0,08	0,11	0,07
N	21	145	257	38

IRI:n kasvunopeus LUISKAN KALTEVUUS -luokittain AB-teillä.

LUISKA	LOIVA	JYRKÄ
KESKIJARVO	0,13	0,16
HAJONTA	0,12	0,13
MEDIAANI	0,10	0,12
N	670	121

IRI:n kasvunopeus d0-luokittain AB-teillä.

d0-LUOKKA	260 - 440	440 - 510	510 - 610	610 - 800
KESKIJARVO	0,12	0,12	0,10	0,15
HAJONTA	0,12	0,10	0,08	0,18
MEDIAANI	0,09	0,09	0,09	0,11
N	77	78	79	78

IRI:n kasvunopeus D120-luokittain AB-teillä.

d1200	5 - 57	57 - 88	88 - 117	117 - 210
KESKIJARVO	0,15	0,12	0,12	0,10
HAJONTA	0,17	0,14	0,10	0,06
MEDIAANI	0,10	0,09	0,09	0,09
N	77	80	77	78

IRI:n kasvunopeus SCI 200-luokittain AB-teillä.

SCI 200	30 – 110	110 – 130	130 – 160	160 – 280
KESKIARVO	0,13	0,10	0,10	0,16
HAJONTA	0,12	0,07	0,09	0,18
MEDIAANI	0,09	0,09	0,09	0,11
N	79	74	79	80

IRI:n kasvunopeus SCI450-luokittain 8AB-teillä.

SCI 450	80 – 230	230 - 270	270 - 330	330 - 600
KESKIARVO	0,13	0,11	0,10	0,16
HAJONTA	0,12	0,08	0,09	0,18
MEDIAANI	0,09	0,09	0,08	0,11
N	83	73	78	78

IRI:n kasvunopeus BCI-luokittain AB-teillä.

BCI-LUOKKA	5 – 27	27 - 32	32 - 40	40 - 80
KESKIARVO	0,14	0,12	0,12	0,12
HAJONTA	0,14	0,13	0,13	0,09
MEDIAANI	0,10	0,08	0,10	0,09
N	74	84	88	66

IRI:n kasvunopeus ILMASTOALUE-luokittain AB-teillä.

ILMASTOALUE	PORI-RAUMA	KOKKOLA
KESKIARVO	0,14	0,14
HAJONTA	0,11	0,17
MEDIAANI	0,11	0,09
N	757	437

HARJANTEEN kasvunopeus KVL-luokittain AB-teillä.

KVL-LUOKKA	300 - 800	800 - 1250	1250 - 1550	1550 - 2000
KESKIARVO	1,33	1,01	1,17	1,13
HAJONTA	1,08	0,75	0,63	0,47
MEDIAANI	1,11	0,90	1,01	1,07
N	317	293	298	

HARJANTEEN kasvunopeus KKL-luokittain AB-teillä.

KKL-KUOKKA	- 13300	- 26700	- 42900	- 113300
KESKIARVO	1,35	1,20	0,92	1,22
HAJONTA	1,26	0,37	0,41	0,63
MEDIAANI	1,00	1,15	0,81	1,10
N	309	266	357	320

HARJANTEEN kasvunopeus TIEN LEVEYS-luokittain AB-teillä.

TIEN LEVEYS	6.4 - 7.0	7.0 - 7.5	7.5 - 8.0	8.0 - 9.0
KESKIARVO	1,37	1,03	1,38	1,10
HAJONTA	0,76	0,47	0,55	0,96
MEDIAANI	1,22	0,96	1,30	0,83
N	258	396	112	486

HARJANTEEN kasvunopeus PÄÄLLYSTE LEVEYS-luokittain AB-teillä.

PÄÄLLYSTE LEVEYS	6.0 - 6.5	6.5 - 7.0	7.0 - 7.5	7.5 - 8.5
KESKIARVO	1,25	1,00	1,38	1,12
HAJONTA	0,67	0,45	0,55	1,02
MEDIAANI	1,12	0,90	1,30	0,81
N	418	293	112	429

HARJANTEEN kasvunopeus MAALAJI-luokittain AB-teillä.

MAALAJI	TURVE	SILTTI	MOREENI	HIEKKA
KESKIARVO	0,95	0,76	1,06	1,22
HAJONTA	0,15	0,27	0,80	0,34
MEDIAANI	0,96	0,73	0,89	1,27
N	21	153	279	38

HARJANTEEN kasvunopeus LUISKAN KALTEVUUS-luokittain AB-teillä.

LUISKA	LOIVA	JYRKKÄ
KESKIARVO	1,13	1,15
HAJONTA	0,60	0,86
MEDIAANI	1,02	0,99
N	706	129

HARJANTEEN kasvunopeus d0-luokittain AB-teillä.

D0-LUOKKA	250 – 430	430 - 500	500 – 610	610 – 800
KESKIARVO	1,03	0,94	0,91	1,29
HAJONTA	0,53	0,41	0,41	1,17
MEDIAANI	0,96	0,84	0,82	1,02
N	81	81	82	81

HARJANTEEN kasvunopeus d1200-luokittain AB-teillä.

d1200	5 – 57	57 - 86	86 - 112	112 – 210
KESKIARVO	1,20	1,12	0,95	0,89
HAJONTA	0,96	0,86	0,50	0,32
MEDIAANI	1,08	0,95	0,81	0,83
N	81	81	82	81

HARJANTEEN kasvunopeus SCI200-luokittain AB-teillä.

SCI 200	30 - 105	105 - 130	130 - 160	160 - 285
KESKIARVO	0,95	0,89	0,98	1,34
HAJONTA	0,55	0,35	0,45	1,14
MEDIAANI	0,78	0,82	0,85	1,09
N	81	81	83	83

HARJANTEEN kasvunopeus SCI450-luokittain AB-teillä.

SCI 450	80 - 230	230 - 280	280 - 330	330 - 600
KESKIARVO	0,98	0,92	0,94	1,33
HAJONTA	0,53	0,42	0,41	1,16
MEDIAANI	0,79	0,83	0,85	1,09
N	75	87	82	81

HARJANTEEN kasvunopeus BCI-luokittain AB-teillä.

BCI-LUOKKA	5 - 27	27 - 31	31 - 40	40 - 80
KESKIARVO	1,20	1,14	1,01	0,92
HAJONTA	0,78	0,87	0,78	0,48
MEDIAANI	1,04	0,91	0,83	0,79
N	81	84	93	67

HARJANTEEN kasvunopeus ILMASTOALUE -luokittain AB-teillä.

ILMASTOALUE	PORI-RAUMA	KOKKOLA
KESKIARVO	1,19	1,10
HAJONTA	0,49	1,11
MEDIAANI	1,13	0,78
N	802	450

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus KVL-luokittain AB-teillä.

KVL-LUOKKA	300 – 800	800 - 1250	1250 - 1550	1550 – 2000
KESKIARVO	0,56	0,44	0,38	0,40
HAJONTA	0,37	0,33	0,20	0,18
MEDIAANI	0,48	0,37	0,31	0,36
N	317	293	298	344

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus KKL-luokittain AB-teillä.

KKL-KUOKKA	- 13300	- 26700	- 42900	- 113300
KESKIARVO	0,55	0,46	0,36	0,42
HAJONTA	0,45	0,21	0,19	0,19
MEDIAANI	0,43	0,40	0,31	0,40
N	309	266	357	320

POIKITTAISEN EPÄTAS. kasvunopeus TIEN LEVEYS-luokittain AB-teillä.

TIEN LEVEYS	6.4 – 7.0	7.0 – 7.5	7.5 – 8.0	8.0 – 8.5
KESKIARVO	0,57	0,45	0,42	0,38
HAJONTA	0,34	0,27	0,18	0,27
MEDIAANI	0,50	0,40	0,43	0,32
N	258	396	112	486

Poikittaisen epätasaisuuden kasvunopeus päällyste leveys-luokittain AB-teillä.

PÄÄLLYSTE LEVEYS	6.0 – 6.5	6.5 – 7.0	7.0 – 7.5	7.5 – 8.5
KESKIARVO	0,56	0,38	0,42	0,38
HAJONTA	0,33	0,19	0,18	0,29
MEDIAANI	0,50	0,34	0,43	0,31
N	418	293	112	429

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUD. kasvunopeus MAALAJI-luokittain AB-teillä.

MAALAJI	TURVE	SILTTI	MOREENI	HIEKKA
KESKIJARVO	0,27	0,26	0,41	0,38
HAJONTA	0,07	0,12	0,33	0,13
MEDIAANI	0,26	0,23	0,32	0,37
N	21	153	279	38

POIKITTAISEN EPÄTAS. kasvunopeus luiskan kaltevuus-luokittain AB-teillä.

LUISKA	LOIVA	JYRKKÄ
KESKIJARVO	0,40	0,51
HAJONTA	0,21	0,42
MEDIAANI	0,34	0,38
N	706	129

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus d0-luokittain AB-teillä.

d0-LUOKKA	250 - 430	430 - 500	500 - 610	610 - 800
KESKIJARVO	0,41	0,34	0,35	0,47
HAJONTA	0,23	0,18	0,18	0,35
MEDIAANI	0,35	0,30	0,30	0,38
N	81	81	82	81

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus d1200-luokittain AB-teillä.

d1200	5 - 57	57 - 86	86 - 113	113 - 210
KESKIJARVO	0,46	0,41	0,38	0,34
HAJONTA	0,30	0,28	0,21	0,16
MEDIAANI	0,40	0,33	0,30	0,31
N	81	81	82	81

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus SCI200-luokittain AB-teillä.

SCI 200	30 - 105	105 - 130	130 - 160	160 - 285
KESKIJARVO	0,38	0,33	0,37	0,50
HAJONTA	0,24	0,14	0,18	0,34
MEDIAANI	0,31	0,31	0,30	0,41
N	81	78	83	83

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus SCI450-luokittain AB-teillä.

SCI 450	80 - 230	230 - 280	280 - 330	330 - 600
KESKIJARVO	0,36	0,36	0,35	0,50
HAJONTA	0,20	0,20	0,17	0,35
MEDIAANI	0,32	0,32	0,30	0,41
N	75	87	82	81

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus BCI-luokittain AB-teillä.

BCI-LUOKKA	5 - 26	26 - 31	31 - 40	40 - 80
KESKIJARVO	0,42	0,42	0,38	0,34
HAJONTA	0,23	0,30	0,24	0,18
MEDIAANI	0,37	0,36	0,32	0,31
N	81	84	93	67

POIKITTAISEN EPÄTASAISUUDEN kasvunopeus ILMASTOALUE -luokittain AB-teillä.

ILMASTOALUE	PORI-RAUMA	KOKKOLA
KESKIJARVO	0,47	0,39
HAJONTA	0,24	0,35
MEDIAANI	0,43	0,30
N	802	450

Pituushalkeamien kasvunopeus KVL-luokittain AB-teillä.

KVL-LUOKKA	350 - 810	810 - 1240	1240 - 1490	1490 - 2000
KESKIARVO	7,6	6,1	5,0	8,8
HAJONTA	7,0	6,1	3,5	7,8
MEDIAANI	5,5	4,5	4,4	6,6
N	223	207	254	217

Pituushalkeamien kasvunopeus KKL-luokittain AB-teillä.

KKL-LUOKKA	5300 - 13800	13800 - 26700	26700 - 48100	48100 - 113000
KESKIARVO	5,9	4,6	10,2	6,8
HAJONTA	6,3	4,5	7,7	6,3
MEDIAANI	4,1	2,9	10,4	5,7
N	221	234	208	238

Pituushalkeamien kasvunopeus TIEN LEVEYS luokittain AB-teillä.

TIEN LEVEYS	6.4 – 7.0	7.0 – 7.5	7.5 – 8.0	8.0 – 8.5
KESKIARVO	6,0	8,8	6,8	5,4
HAJONTA	7,0	7,7	5,0	5,0
MEDIAANI	2,7	7,0	6,0	3,7
N	160	303	107	331

Pituushalkeamien kasvunopeus KVL-luokittain AB-teillä.

PÄÄLLYSTE LEVEYS	6.0 – 6.5	6.5 – 7.0	7.0 – 7.5	7.5 – 8.5
KESKIARVO	8,5	7,6	6,8	4,6
HAJONTA	7,9	6,8	5,0	4,4
MEDIAANI	6,3	6,0	6,0	3,1
N	311	185	107	298

Pituushalkeamien kasvunopeus MAALAJI-luokittain AB-teillä.

MAALAJI	TURVE	SILTTI	MOREENI	HIEKKA
KESKiarvo	3,7	4,1	9,3	4,2
Hajonta	3,4	4,0	7,7	4,2
MEDIAANI	2,6	3,0	8,0	2,8
N	19	117	180	25

Pituushalkeamien kasvunopeus LUISKAN KALTEVUUS -luokittain AB-teillä.

LUISKA	LOIVA	JYRKKÄ
KESKiarvo	6,0	6,1
Hajonta	5,9	6,1
MEDIAANI	4,2	5,7
N	521	88

Pituushalkeamien kasvunopeus d0-luokittain AB-teillä.

d0-LUOKKA	250 - 430	430 - 495	495 - 608	608 - 793
KESKiarvo	5,4	6,3	6,5	5,8
Hajonta	4,8	5,7	5,6	5,5
MEDIAANI	4,3	4,8	5,0	3,7
N	63	65	64	65

Pituushalkeamien kasvunopeus d1200-luokittain AB-teillä.

d1200	5 - 55	55 - 86	86 - 120	120 - 210
KESKiarvo	5,1	6,9	5,7	6,4
Hajonta	4,7	5,8	5,6	5,4
MEDIAANI	4,0	5,6	2,9	4,8
N	63	65	64	65

Pituushalkeamien kasvunopeus KVL-luokittain AB-teillä.

SCI 200	30 - 103	103 - 123	123 - 154	154 - 286
KESKIARVO	5,1	6,9	5,7	6,4
HAJONTA	4,7	5,8	5,6	5,4
MEDIAANI	4,0	5,6	2,9	4,8
N	63	65	64	65

Pituushalkeamien kasvunopeus KVL-luokittain AB-teillä.

SCI450	80 - 230	230 - 270	270 - 330	330 - 600
KESKIARVO	6,0	5,7	6,2	6,2
HAJONTA	5,5	5,2	5,3	5,9
MEDIAANI	4,6	4,0	5,3	3,7
N	64	67	62	64

Pituushalkeamien kasvunopeus KVL-luokittain AB-teillä.

BCI-LUOKKA	5 - 26	26 - 31	31 - 40	40 - 80
KESKIARVO	5,1	6,9	5,7	6,4
HAJONTA	4,7	5,8	5,6	5,4
MEDIAANI	4,0	5,6	2,9	4,8
N	63	65	64	65

Pituushalkeamien kasvunopeus ILMASTOALUE-luokittain AB-teillä.

ILMASTOALUE	PORI-RAUMA	KOKKOLA
KESKIARVO	7,5	5,2
HAJONTA	7,1	4,8
MEDIAANI	5,7	3,5
N	614	287

VAURIOSUMMAN kasvunopeus KVL-luokittain AB-teillä.

KVL-LUOKKA	350 - 900	900 - 1250	1250 - 1550	1550 - 2000
KESKIARVO	3,0	2,5	1,5	2,5
HAJONTA	2,9	2,5	1,2	3,0
MEDIAANI	2,0	1,6	1,2	1,6
N	276	263	282	292

VAURIOSUMMAN kasvunopeus KKL-luokittain AB-teillä.

KKL-KUOKKA	- 13300	- 26700	- 42900	- 113300
KESKIARVO	2,6	1,9	3,4	1,8
HAJONTA	2,6	2,0	3,3	2,1
MEDIAANI	1,8	1,3	2,1	1,3
N	293	311	225	284

VAURIOSUMMAN kasvunopeus TIEN LEVEYS-luokittain AB-teillä.

TIEN LEVEYS	6.4 - 7.0	7.0 - 7.5	7.5 - 8.0	8.0 - 8.5
KESKIARVO	2,4	3,5	1,2	1,6
HAJONTA	2,3	3,5	0,9	1,3
MEDIAANI	1,7	2,3	0,9	1,3
N	227	363	105	418

VAURIOSUMMAN kasvunopeus PÄÄLLYSTE LEVEYS-luokittain AB-teillä.

PÄÄLLYSTE LEVEYS	6.0 - 6.5	6.5 - 7.0	7.0 - 7.5	7.5 - 8.5
KESKIARVO	3,1	2,8	1,2	1,6
HAJONTA	3,1	3,1	0,9	1,3
MEDIAANI	2,0	1,9	0,9	1,3
N	400	235	105	373

VAURIOSUMMAN kasvunopeus MAALAJI-luokittain AB-teillä.

MAALAJI	TURVE	SILTTI	MOREENI	HIEKKA
KESKIARVO	0,5	1,6	3,7	2,9
HAJONTA	0,4	1,6	3,8	1,7
MEDIAANI	0,4	1,1	2,2	2,0
N	18	151	221	36

VAURIOSUMMAN kasvunopeus LUISKAN KALTEVUUS-luokittain AB-teillä.

LUISKA	LOIVA	JYRKKÄ
KESKIARVO	2,0	2,5
HAJONTA	2,3	2,2
MEDIAANI	1,4	1,9
N	622	113

VAURIOSUMMAN kasvunopeus d0-luokittain AB-teillä.

D0-LUOKKA	250 – 440	440 - 500	500 – 600	600 – 800
KESKIARVO	2,1	2,1	2,2	2,5
HAJONTA	2,0	2,0	2,4	2,1
MEDIAANI	1,5	1,7	1,5	1,8
N	77	78	78	78

VAURIOSUMMAN kasvunopeus d1200-luokittain AB-teillä.

D1200	5 - 57	57 - 88	88 - 119	119 – 210
KESKIARVO	2,4	2,4	2,0	2,2
HAJONTA	2,3	2,1	1,8	2,3
MEDIAANI	1,6	1,7	1,7	1,5
N	77	78	78	78

VAURIOSUMMAN kasvunopeus SCI200-luokittain AB-teillä.

SCI 200	30 - 100	100 - 130	130 - 160	160 - 285
KESKIJARVO	2,1	2,0	2,1	2,7
HAJONTA	2,2	1,8	2,1	2,3
MEDIAANI	1,5	1,5	1,4	2,1
N	78	77	77	79

VAURIOSUMMAN kasvunopeus SCI450-luokittain AB-teillä.

SCI 450	80 - 230	230 - 280	280 - 330	330 - 600
KESKIJARVO	2,1	2,1	2,0	2,8
HAJONTA	2,1	2,2	1,8	2,3
MEDIAANI	1,6	1,5	1,4	2,1
N	76	79	78	78

VAURIOSUMMAN kasvunopeus BCI-luokittain AB-teillä.

BCI-LUOKKA	5 - 26	26 - 31	31 - 40	40 - 80
KESKIJARVO	2,3	2,0	2,1	2,5
HAJONTA	2,0	2,0	2,0	2,4
MEDIAANI	1,7	1,4	1,6	1,8
N	80	74	90	67

VAURIOSUMMAN kasvunopeus ILMASTOALUE -luokittain AB-teillä.

ILMASTOALUE	PORI-RAUMA	KOKKOLA
KESKIJARVO	2,8	1,6
HAJONTA	3,0	1,3
MEDIAANI	1,7	1,3
N	741	372

TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ

3/1995	Kuormituskestävyyden tavoitekriteerit. TIEL 3200281
15/1995	Betonipäällysteen seuranta, vt 4 Kempele-Kiviniemi, seurantaraportti nro 2. TIEL 3200293
20/1995	Sään ja hydrologisten tekijöiden vaikutus kevätkelirikkoon. TIEL 3200298
30/1995	TPPT:n laatusuunnitelma. TIEL 3200308
43/1995	Tukitelineperustusten kantokyky. TIEL 3200319
44/1995	Kaltevan maanpinnan vaikutus perustusten kantokykyyn. TIEL 3200320
45/1995	Maanvaraisten perustusten kantokyvyn laskenta elementtimenetelmällä. TIEL 3200321
54/1995	Veittostensuon koerakenteen toiminta ja laadun arviointi. TIEL 3200330
58/1995	Kestävän kehityksen tierakenteet - ideakilpailu. TIEL 3200333
94/1995	Stabiloidun maamassan leikkauslujuuden ja CPT-kairauksen välinen riippuvuus. TIEL 3200369
6/1996	Tuotannon laatu; Kuormitus ja routakestävyyssrakenteet. TIEL 3200375
13/1996	Masuunihiekkastabilointi. TIEL 3200382
16/1996	Tavoitekriteerit (TPPT). TIEL 3200385
17/1996	Moreenin hyötykäytön edistäminen murskausteknisin keinoin (TPPT). TIEL 3200386
29/1996	Tien rakennekerrosmateriaalin stabilointi masuunikuonat tuotteilla. TIEL 3200397
32/1996	Häiriintymättömien maanäytteiden otto. TIEL 3200400
33/1996	Ödometrikoe. TIEL 3200401
34/1996	Sitomattomien materiaalien moduulit; Täydentävien kuormituskokeiden tulokset, osa 1. TIEL 3200402
35/1996	Havaintoteiden asfalttipäällysteiden moduulit. TIEL 3200403
36/1996	Eriste- ja kevennysmateriaalien routakestävyys; Palaturve. TIEL 3200404
37/1996	Koerakennekohteiden materiaalien routakestävyys; Pohjoiset kohteet. TIEL 3200405
38/1996	Rakenneratkaisujen alustava suunnittelu ja kehittäminen. TIEL 3200406
39/1996	Pilari- ja massastabiloinnin tuotantotekniikka. TIEL 3200407
44/1996	Sitomattomien materiaalien moduulit; Muutosmoduulin arviointi korkearakeisilla kiviaineksilla, osa 2. TIEL 3200412
46/1996	LD-teräskuona tienrakennusmateriaalina. TIEL 3200414
70/1996	Kantavan kerroksen asfalttibetoni; Referenssimateriaalin ominaisuudet. TIEL 3200437
77/1996	Syvästabilointi kehittyvänä pohjavahvistusmenetelmänä; International Conference IS-Tokio '96. TIEL 3200444

- 78/1996 Moreenin rakeistaminen pelleteimalla; Nykytilaselvitys. TIEL 3200445
- 4/1997 Siltojen perustusten geoteknisen mitoituksen vertailu eurocodien ja kansallisten ohjeiden mukaan. TIEL 3200452
- 5/1997 Tiepenkereen luonnonluiskan ja jäykän tukimuurirakenteen vertailevat mitoituslaskelmat eurocodien ja kansallisten ohjeiden mukaan. TIEL 3200453
- 11/1997 Betonipäällysten seuranta vt 4 Kempele-Kiviniemi. Kuntoraportti TIEL 3200458
- 23/1997 Masuunihiekan käyttö päällysrakennekerroksissa. TIEL 3200470
- 30/1997 Teiden pohjavesisuojausissa käytettävien maatiivisteiden vedenläpäisevyyden määrittäminen. TIEL 3200476
- 35/1997 Palaturpeen käyttö tierakenteessa. TIEL 3200481
- 18/1998 Moreenin jalostaminen pelleteimalla. TIEL 3200509
- 23/1998 Hydraulisilla sideaineilla sidottujen materiaalien laadunvarmistus, osa 1: Sementillä sidotut materiaalit, kirjallisuusselvitys. TIEL 3200514
- 24/1998 hydraulisilla sideaineilla sidottujen materiaalien laadunvarmistus, osa 2: Sementillä sidottujen materiaalien jäätymis-sulamiskestävyys. TIEL 3200515
- 25/1998 Hydraulisilla sideaineilla sidottujen materiaalien laadunvarmistus, osa 3: Koekappaleiden valmistuksen ja säilytyksen vaikutus sementillä sidotun materiaalin lujuuteen. TIEL 3200516
- 29/1998 Sementtistabiloidut materiaalit, loppuraportti. TIEL 3200521
- 55/1998 Tuotannon laatu 1998. TIEL 3200556
- 42/1999 Bitumi-sementti-komposiittien ominaisuudet ja tutkimusmenetelmät. TIEL 3200585
- 15/2000 Syvästabiloitujen pilarien ja maan yhteistoiminta. TIEL 3200604
- 16/2000 Maatutkatekniikan käyttö sorateiden kulutuskerrostutkimuksissa. TIEL 3200605
- 17/2000 Life cycle assessment of road construction. TIEL 3200606E
- 18/2000 Kevytpäällysteiden vauriomallien ja mitoitusmenetelmien kehittämisen perusteet. TIEL 3200607
- 21/2000 HVS-NORDIC. The activity of the first period in Finland 1997 - 1999. TIEL 3200609E
- 26/2000 Masuunihiekkastabilointi. TIEL 3200614
- 31/2000 Testing a pavement on thawing, frost-susceptible subgrade with the heavy vehicle simulator. TIEL 3200619E
- 42/2000 Instrumentoidun tierakenteen mittaukset. Ympäristötekijät 1998-99. TIEL 3200627

(Geotekniikan informaatiojulkaisuja:)

- 2/1993 Massanvaihto. TIEL 3200127
- 21/1993 Pengerpaalutus. TIEL 3200147
- 24/1993 Tiegeotekniikan yleiset mitoitusperusteet. TIEL 3200150
- 39/1994 Tiepenkereen siirtymärakenteet pehmeiköllä. TIEL 3200248
- 42/1994 Nauhapystyöjitus. TIEL 3200251
- 67/1994 Maanvarainen tiepenger savikolla, suunnitteluohje. TIEL 3200276
- 79/1995 Tieleikkausten pohjatutkimukset. TIEL 3200354
- 79/1996 Pohjanvahvistusmenetelmän valinta. TIEL 3200446
- 18/1997 Syvästabiloinnin mitoitusohje. TIEL 3200465
- 28/1997 Tien kevennysrakenteet. TIEL 3200475

ISSN 0788-3722
ISBN 951-726-694-4
TIEL 3200637